



OULUN YLIOPISTO
UNIVERSITY of OULU

Hilli Santeri & Liikanen Teppo

Luokanopettajaopiskelijoiden abduktiivinen päättely teknologisessa
ongelmanratkaisuprosessissa

Kasvatustieteen pro gradu -tutkielma

KASVATUSTIETEIDEN TIEDEKUNTA
Kasvatustieteiden ja opettajankoulutuksen yksikkö

Teknologiapainotteinen luokanopettajakoulutus

2015



Luokanopettajankoulutus		Tekijä Hilli, Santeri ja Liikanen, Teppo	
Työn nimi Luokanopettajaopiskelijoiden abduktiivinen päättely teknologisessa ongelmanratkaisuprosessissa			
Pääaine Kasvatustiede	Työn laji (KM) Pro gradu - tutkielma	Aika Huhtikuu 2015	Sivumäärä 61
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tutkimuksessa selvitetään luokanopettajaopiskelijoiden kykyä ratkoa teknologisia ongelmia. Tutkimuksessa on keskitytty teknologiapainotteisen luokanopettajakoulutuksen opiskelijoihin.</p> <p>Tutkimuksen koeryhmänä toimi kuusi teknologiapainotteisen luokanopettajakoulutuksen opiskelijaa kolmena parina. Tutkimus toteutettiin Oulun yliopistolla tammikuussa 2015. Aineisto kerättiin videoimalla kolme tutkimustilannetta ja samalla niistä tehtiin muistiinpanoja. Tutkimustilanteet olivat identtiset jokaiselle parille. Tutkimuksessa tarkkailtiin, missä tilanteissa abduktiivista päättelyä tapahtui ja minkälaisia ongelmanratkaisustrategioita opiskelijat käyttivät. Tutkimuksessa syvennettiin tutkimaan ja analysoimaan teknologiapainotteisen luokanopettajakoulutuksen opiskelijoiden abduktiivisen ajattelun käyttöä teknologisessa ongelmanratkaisuprosessissa.</p> <p>Tutkimuksen teoreettinen viitekehys käsittää järjestyksessä teknologiakasvatusta, ongelmanratkaisua ja ongelmanratkaisutaitoja, lapsen loogista ajattelua ja abduktiivista päättelyä loogisen ajattelun metodina. Teoreettinen viitekehys käsittelee myös lapsen ajattelun kehittymistä, ongelmanratkaisua teknologiakasvatuksessa sekä opettajan roolia lapsen ongelmanratkaisutaitojen ja loogisen ajattelun kehittämisessä.</p> <p>Tutkimuksen päätutkimuskysymyksenä oli, miten ja missä tilanteissa luokanopettajaopiskelijat käyttivät abduktiivista päättelyä ratkaistessaan teknologisia ongelmia. Toinen tutkimuskysymys oli, miten luokanopettajaopiskelijat käyttivät abduktiivista ajattelua apuongelmien ja -kysymysten muodostamisessa ratkaistessaan teknologisia ongelmia.</p> <p>Tutkimus toteutettiin kvalitatiivisena tapaustutkimuksena, koska teknologiapainotteista luokanopettajakoulutusta ei löydy muualta Suomesta, kuin Oulun yliopistosta. Koska tapaustutkimuksen onnistumisen ja laadun kannalta keskeistä olivat tutkimuksen alkuperäinen idea, tutkimuskohteen valinta sekä perusteellinen asiayhteyksien huomioiminen, sopi tapaustutkimus menetelmänä tähän tutkimukseen parhaiten. Tapaustutkimus antoi myös tutkijoille mahdollisuuden perehtyä tutkittavaan ilmiöön syvemmin ja useista näkökulmista. Aineiston analysointi toteutettiin aineistopohjaisena analyysinä.</p> <p>Tutkimuksen tuloksena oli, että teknologiapainotteisen luokanopettajakoulutuksen opiskelijat käyttivät abduktiivista ajattelua ratkaistessaan teknologisia ongelmia. Opiskelijat käyttivät abduktiivista päättelyä eri tavoin eri tilanteissa, koska ongelmanratkaisu riippuu yksilön toimintatavoista. Abduktiivisen päättelyn lisäksi ongelmanratkaisussa käytettiin tässä tutkimuksessa sekä deduktiivista että induktiivista päättelyä. Tutkimuksessa selvisi myös, että teknologisia ongelmanratkaisutaitoja tulee harjoitella enemmän teknologiapainotteisessa luokanopettajakoulutuksessa, etteivät tärkeät taidot unohtuisi ennen työelämään siirtymistä ja teknologista ongelmanratkaisua pystytään opettamaan alakoululaisille.</p> <p>Tutkimus osoitti, että vaikka teknologiapainotteisessa luokanopettajakoulutuksessa harjoitellaan ongelmanratkaisutaitoja verrattain paljon, tarvitsee niitä harjoitella vielä enemmän, mielellään vuosittain. Jatkotutkimuksena olisi mielenkiintoista selvittää aloittavien opiskelijoiden lähtötasoa teknologisessa ongelmanratkaisussa, jotta kurssien ja opettavien aihepiirien sisältö ja laajuus pystyttäisiin optimoimaan opiskelijoiden lähtötasoa vastaavaksi.</p>			
Asiasanat teknologinen ongelmanratkaisuprosessi, looginen päättely, abduktio, abduktiivinen ajattelu, tapaustutkimus, teknologiakasvatus			

Sisällysluettelo

JOHDANTO	1
1 TEKNOLOGIAKASVATUS	3
2 ONGELMANRATKAISU	7
2.1 Ongelmanratkaisutaidot	9
2.2 Ongelmanratkaisu teknologiakasvatuksessa	16
3 LAPSEN LOOGINEN AJATTELU	20
3.1 Lapsen ajattelun kehittyminen	23
3.2 Opettajan rooli lapsen ongelmanratkaisutaitojen ja loogisen ajattelun kehittämisessä	25
4 ABDUKTIIVINEN PÄÄTTELY LOOGISEN AJATTELUN METODINA	28
5 METODOLOGISET LÄHTÖKOHDAT	33
5.1 Kvalitatiivinen tapaustutkimus	33
5.2 Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimusongelmat	35
5.3 Kohderyhmä	36
5.4 Aineiston keruu	37
6 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	38
6.1 Tutkimusasetelma	38
6.2 Kokeen ohjeistus	40
7 TUTKIMUSTULOKSET	42
7.1 Missä tilanteissa ja miten koehenkilöt käyttävät abduktiivista päättelyä	42
7.2 Abduktiivinen ajattelu apuongelmien/ -kysymysten muodostamisessa	49
8 POHDINTA	52
8.1 Tutkimuksen luotettavuus	52
8.2 Loogisen päättelyn metodien hallitseminen opettajan työssä	53
8.3 Näkökulmia jatkotutkimukseen	56
LÄHTEET	58

JOHDANTO

Monissa päivän aikana suorittamissamme asioissa on teknologinen keksintö tai esine mukana. Päivän aikana sekä näemme paljon teknologiaa että käytämme sitä paljon hyödyksi. Lindh (2011) on todennut seuraavaa teknologiakasvatuksesta: ”Teknologiakasvatus alkaa aina tarpeesta ymmärtää tätä maailmaa, mihin olemme kasvaneet ja missä elämme, halusta osata hahmottaa ja jäsentää meitä ympäröivää maailmaa ja sen lainalaisuuksia.” (Lindh, 2011). Jotta ihminen osaisi hyödyntää teknologiaa omaan tarpeeseensa, tulee hänen ymmärtää, mitä sen avulla voi tehdä ja mitä ei (Volk & Dugger 2005, s. 53–68). Toisin sanoen yksilön tulee ymmärtää, mitä milläkin esineellä tai koneella tehdään. Hänen tulee ymmärtää, miten kone tai esine toimii. Ja jotta ihminen pystyy tähän, hänen tulee jatkuvasti tutkia ja perehtyä alati muuttuvaan elinympäristöönsä.

Lindh (2006) korostaa ongelmanratkaisun tärkeyttä teknologiakasvatuksessa. Hänen mukaansa voidaan puhua teknologiakasvatuksesta vasta, kun teknologiaan liittyvät tiedot ja taidot ovat osana ongelmanratkaisua. (Lindh, 2006, s. 74.)

Tämän tutkimuksen lähtökohtana on jo ennen yliopisto-opintojen aloittamista syntynyt mielenkiinto tarkkailla ja miettiä, miten ihmiset lähestyvät ja ratkaisevat annettuja teknologisia ongelmia. Ihmisten lähestymistapa ongelmanratkaisuun ei ole aina looginen eivätkä he aina ratkaise ongelmia järjestelmällisesti. Tämän myös tutkijat kokivat teknologiapainotteisen luokanopettajakoulutuksen aineopinnoissa.

Erityisesti tämä ilmeni teknisen työn sivuaineeseen sisältyneellä robotiikan opintojaksolla, jossa tutustuttiin robotiikan alkeisiin ja ohjelmoinnin perusteisiin. Tutkijat havaitsivat, että ratkaistaessa ohjelmoinnin ongelmia, heidän ja eräiden muiden luokanopettajaopiskelijoiden tyypillisesti käyttämät ongelmanratkaisutavat eivät olleet tehokkaita. He eivät osanneet edetä loogisesti määrittäessään ratkaistavaa ongelmaa. Vasta opintojakson edetessä ja ongelmanratkaisutaitojen

kehittyessä he havaitsivat, miten loogisen päättelyn metodien ymmärtäminen edesauttoi teknologisten ongelmien ratkaisussa.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, miten luokanopettajaopiskelijat käyttävät abduktiivista päättelyä ratkaistessaan ongelmia. Tutkimuksessa tarkkaillaan, missä tilanteissa abduktiivista päättelyä tapahtuu ja minkälaisia ongelmanratkaisustrategioita opiskelijat käyttävät. Abduktiivisessa päättelyssä ihminen hakee vihjeitä, oivalluksia tai apuongelmia suoraan itse ongelmasta (Paavola, 2004, s. 268). Abduktiivinen ajattelu ja päättely on yleistä, kun luodaan jotain uutta tai haetaan poikkeavaa ratkaisua jollekin asialle, koska uuden asian tai ajatuksen syntymiselle riittää pienikin yksityiskohta tai asia. Abduktiivisessa ajattelussa on yleistä, että keskitytään käsillä olevan ongelman johonkin pieneen yksityiskohtaan tai asiaan. (Håvard, 2013, s. 3).

Tässä tutkimuksessa tutkimuskohteena oli Oulun yliopiston teknologiapainotteisen luokanopettajakoulutuksen opiskelijoita, jotka olivat suorittaneet kaikki luokanopettajaopiskelijoiden monialaisiin opintoihin kuuluvat teknisen työn opintojaksot, sekä suorittavat tutkimuksen aikana teknisen työn sivuaineopintoja. Opiskelijat toimivat tutkimuksessa pareittain. Tutkimuksessa opiskelijoiden tehtävänä oli ratkaista, miten heille annettu pienoissähkömoottoriauto saadaan kaatamaan keilat, jotka sijaitsivat auton etu- ja takapuolella (ks. kuva 6 s. 41.). Tutkijoiden rakentamassa pienoissähkömoottoriautossa oli kolme ongelmaa. Ongelmat olivat seuraavat: tyhjät sähköparit, irrallinen sähköjohdin ja rikkinäinen toinen kauko-ohjaimen kytkin. Koehenkilöiden tuli tunnistaa ja korjata nämä kolme ongelmaa saadakseen pienoissähkömoottoriauton liikkumaan kauko-ohjaimen avulla eteen- ja taaksepäin testipisteellä.

1 TEKNOLOGIAKASVATUS

Teknologiakasvatuksen tarkoituksena on kasvattaa lapsi häntä ympäröivään maailmaan (Lindh, 2006, s. 65). Vaikka teknologiakasvatuksessa käydään läpi teknologiaa ja maailmaa, jossa se esiintyy, teknologiakasvatuksessa korostetaan, että kaikki teknologia on syntynyt ja tullut tähän maailmaan ihmisen luovan ajattelun ja keksimisen kautta (Parikka, Rasinen & Kantola, 2000, s. 20).

Teknologia värittää ja muokkaa jokaisen meidän elämäämme joka päivä (Dakers, 2007, s. 126). Teknologiakasvatuksen tavoitteena on antaa lapselle tarvittava teknologinen yleissivistys häntä ympäröivästä maailmasta. Teknologiakasvatuksessa lapsi pyritään saamaan tietoiseksi omasta ympäristöstään. Teknologian opiskelussa tärkeässä roolissa ovat lapsen oma tekeminen, toimiminen ja konkreetit tuotokset. Teknologiakasvatuksen puitteissa tulee myös kertoa se, että teknologialla on aina jonkin verran positiivisia puolia, mutta samalla myös negatiivisia аспекteja (Dakers, 2007, s. 126.) Tällä tavalla teknologiasta luodaan lapsille helpommin lähestyttävää ja heille voidaan myös selventää teknologian haittapuolia, joita voi syntyä esimerkiksi korvaamalla ihmisen työ roboteilla.

Teknologiakasvatuksessa teknologiasta halutaan tehdä lapsille helpommin lähestyttävää, koska me elämme ja kasvamme teknologisessa maailmassa. Tämän johdosta teknologian ymmärtämisen tulee kuulua jokaisen ihmisen yleissivistykseen, samalla tavalla kuin lukeminen tai laskeminen. (Parikka, Rasinen & Kantola, 2000, s. 9).

Teknologiakasvatuksessa yhdistyvät teknologia ja kasvatus. Kasvatuksen tarkoituksena on kasvattaa lasta ymmärtämään omaa elinympäristöään. Teknologiakasvatuksen tavoitteena on antaa lapselle niin tiedollisia kuin taidollisia valmiuksia, joiden avulla hänen tulisi omassa elämässään kyetä näkemään ja hyödyntämään häntä ympäröiviä teknologisia mahdollisuuksia ja rakenteita. (Lindh, 2006, s. 74–75.) Teknologiakasvatuksen tavoitteena voi olla esimerkiksi

se, että kun lapsi haluaa rakentaa puumajan, kykenee hän rakentamaan valitsemalleen paikalle tukevan ja turvallisen runkorakenteen puumajaa varten.

Teknologiakasvatuksessa on myös tavoitteena avartaa kasvatettavan tapaa katsoa ja havainnoida omaa elinympäristöään. Teknologiakasvatuksen yhtenä tavoitteena on siis saada kasvatettava näkemään yhteyksiä häntä ympäröivissä asioissa. Edellä mainittujen tietojen ja taitojen tulisi olla sillä tasolla, että kasvatettava pystyy tulevaisuudessa opiskelemaan itse lisää teknologiasta. (Lindh, 2006, s. 74–75.)

Suomi on ollut vahva edelläkävijä teknologian opetuksessa. Uno Cygnaeus oli vuonna 1866 ajamassa agenda, että käsityön opetus kirjattaisiin pakolliseksi oppiaineeksi kansakoulun opetussuunnitelmaan. (Rasinen, 1994, s. 9.) Lindh (2006) on todennut, että teknologiakasvatuksen kehittymisestä ja kehittämisestä vuosien varrella ovat vastanneet kädentaitoja opettavat opettajat, sekä myöhemmin mukaan tulleet matemaattis-luonnontieteellisten oppiaineiden opettajat ja tutkijat. (Lindh, 2006, s. 65.) Tänä päivänä Suomessa on mahdollista opiskella teknologiakasvatusta muun muassa Oulun yliopistossa, jossa opiskelu painottuu alakoulun kontekstiin.

Teknologiakasvatusprosessin tulee olla koko elämän mittainen jatkumo, koska asenteet alkavat muotoutumaan ihmisille jo tarhasta lähtien. Prosessin tulee olla koko ajan progressiivisesti etenevä. Prosessi voi alkaa jo hyvinkin varhain. (Rasinen, 2000, s. 106.) Tutkijoiden omien kokemusten mukaan prosessin pystyy aloittamaan jo alakoulun ensimmäisellä luokalla. Teknologiakasvatuksessa ei koskaan aloiteta opiskelua kenenkään kanssa niin sanotulta nollatasolta, koska kaikilla ihmisillä on jonkinlainen kokemus tai käsitys teknologiasta. Jo olemassa olevat ennako-oletukset tai tiedot, eivät kuitenkaan välttämättä ole oikeita. Tutkijoiden omien kokemusten pohjalta, erityisesti kun aloitetaan elektroniikkaan tutustuminen, on oppilailla ollut niin sanottuja vääriä uskomuksia liittyen elektroniikkaan ja sen toimintaperiaatteisiin.

Teknologiakasvatuksen keskiössä ovat niin lapsen ympäristö, maailma, kuin myös lapsi itse. Teknologiakasvatuksessa lapsi työskentelee käsillään.

Teknologiakasvatuksessa sekä lapsen oma ajatteluprosessi, että suunnitteluprosessi ovat korostetussa asemassa. (Rasinen, 2000, s. 37.) Teknologiakasvatuksessa ja erityisesti sen opiskelussa tekninen ajattelu ja luovan ongelmanratkaisuprosessin oppiminen ovat tärkeässä osassa (Parikka & Rasinen, 1994, s. 16). Täten teknologiakasvatuksessa tulee painottaa tekemällä oppimista, keksimistä, ongelmanratkaisua, käytännöllistä lähestymistapaa esineitä ja koneita kohtaan sekä tutkimista (Rasinen, 2000, s. 106). Teknologiakasvatuksessa opettajan tulee korostaa, että teknologia on paljon muutakin, kuin vain konkreettinen tuotos. Opettajan tulee korostaa opetuksessaan miksi ja miten tuotos on syntynyt, sekä miten se vaikuttaa ihmisten elämään. Tällä tavalla lapsen on helpompi havaita, miten teknologinen maailma toimii oikeassa maailmassa. (Moreland & Cowie, 2007, s. 213.)

Lindhin (2006) mukaan teknologia voidaan yleissivistävän kasvatuksen yhteydessä tiivistää taitojen ja tietojen prosesseiksi, jotka ilmenevät konkreetteina tai abstrakteina esineinä, laitteina tai teknologisen maailman rakenteina. Yleissivistävällä tasolla tapahtuvassa teknologiakasvatuksessa ei ole tarkoituksena opettaa yksittäisiä teknologisia esineitä, rakenteita tai laitteita ja niiden toimintaperiaatteita, vaan opetuksen tavoitteena on aina tarkastella isompaa kokonaisuutta ja aihealuetta. (Lindh, 2006, s. 61.)

Jokaisella meistä on olemassa erilaisia tietoja ja olettamuksia teknologiasta, jotka eivät vielä muodosta teknologista yleissivistystä. Teknologista yleissivistystä luotaessa opetetaan lapsi huomaamaan ja ymmärtämään teknologisten esineiden ja rakenteiden yhteyksiä ja merkityksiä. Teknologiakasvatuksen myötä lapsi oppii muun muassa, mikä on ristikkorakenne. Hän myös oppii havainnoimaan ja näkemään, miten ristikkorakenne on koostunut useista kolmioista, eli miten ristikkorakenteessa on käytetty hyväksi kolmiotukirakenteita. Lapsi oppii huomaamaan missä kaikkialla ristikkorakenne esiintyy hänen omassa elämässään. (Lindh, 2006, s. 75.) Teknologiakasvatuksessa oppilaan on mahdollista oppia teknologisten ongelmien avulla, miten heidän omaksumansa matemaattis-luonnontieteelliset tiedot ja taidot esiintyvät heitä ympäröivässä maailmassa (Black & Harrison, 1994, s. 61).

Teknologiakasvatus ja siinä käsiteltävät aihepiirit luovat paljon tilanteita, joissa lapsi pääsee oman tekemisensä kautta ratkaisemaan hänelle entuudestaan tuntemattomia ongelmia. Teknologiakasvatuksen kautta lapsi pääsee muun muassa tutustumaan ja ratkaisemaan sähköön liittyviä ongelmia. Nämä uudet ongelmanratkaisutilanteet harjoittavat aina ratkaisijan päättelytaitoja, samalla kun hän harjoittelee ongelmanratkaisutaitoja. Erityisesti lapsi joutuu käyttämään loogista ajatteluaan, kun hän soveltaa teknologiakasvatuksen kautta oppimiaan tietoja ja taitoja omassa arkielämässään. Esimerkiksi kotona korjattaessa rikkoutunutta lelua, hän soveltaa jotakin oppimaansa täysin uudessa ympäristössä tai jopa erilaisessa aihepiirissä.

2 ONGELMANRATKAISU

Psykologian tutkija Davis (1966) toteaa artikkelissaan: ”Ongelmanratkaisu on kaikista inhimillisistä oppimisen muodoista kaikista kaoottisin ja vaikein selvitettävä” (Davis, 1966, s. 36–54). Haapasalo (2006) korostaa, että aina puhuttaessa ongelmanratkaisusta, puhutaan prosessista. Ongelmanratkaisu pitää sisällään ongelman, ongelmaan orientoitumisen, ongelman työstämisen, ongelman ratkaisemisen sekä ratkaisun tulkin. (Haapasalo, 2006, s. 17.) Kahneyn (1986) mukaan ihmisellä on edessä ongelma, kun hänellä on jokin tavoite tai määränpää, jonka toteutuminen tai tapahtuminen on estetty informaation, resurssien tai jonkin muun asian johdosta. Ongelmanratkaisua on kaikki toiminta, jonka tavoitteena on ratkaista kyseisen asian este. (Kahney, 1986, s.15.)

Ongelmaksi voidaan sanoa tehtävää tai tilannetta, jossa yksilöä pyydetään tekemään jokin asia tai tehtävä, jollaista hän ei ole koskaan aiemmin kohdannut tai tehnyt (Järvinen, 2001, s. 44). Koulumaailmassa ongelman luonne on sidottu usein moniin muuttujiin ja tekijöihin, kuten esimerkiksi paikkaan ja/tai aikaan. Ongelma on aina myös suhteellinen käsite. Se, mikä toiselle ihmiselle on haastava ongelma, saattaa olla jollekin toiselle täysin samassa kontekstissa esitettynä pelkkä rutiinitehtävä. Näin ollen ongelmaks ei voida luokitella asiaa tai tehtävää, johon lapsella on jo olemassa valmis ratkaisu (Haapasalo, 2006, s. 17).

Ongelmanratkaisuprosessin aikana lapsi jäsentää itselleen jatkuvasti ongelmaa. Samalla lapsi tutkii omia tietojaan ongelmaan liittyen. Lapsi siis jatkuvasti suhteuttaa omia taitojaan, tilannetta ja ongelmaa toisiinsa. Ongelman ratkaiseminen on ulospäin näkyvää toimintaa. Lapsi luo ehdotuksia, millä tavalla ongelma voitaisiin ratkaista. Jotta lapsi pystyy tuottamaan ratkaisuvaihtoehtoja käsillä olevaan ongelmaan, on omien kykyjen reflektointi ongelman ratkaisemiseksi välttämätöntä. Refleктоimalla omaa tietotaitoaan, lapsi luo ehdotuksia, miten ongelman voisi ratkaista (Kimbell, 1994, s. 183–187).

Ongelmia ratkaistaessa lapsilta vaaditaan usein myös kykyä avaruudelliseen hahmottamiseen. Erityisesti teknologiaan liittyvissä ongelmissa ongelman ratkaisemista helpottaa, jos lapsi kykenee visualisoimaan mahdollisen ratkaisun tai lopputuleman itselleen etukäteen. (Koch ja & Sanders, 2011, s. 5.) Esimerkiksi, kun lapsi rakentaa jonkin esineen, on hänen helpompi aloittaa rakennusprosessi jos hänellä on olemassa työstään selkeä mielikuva ja suunnitelma. Koch ja Sanders (2011) huomasivat tutkimuksessaan, että mitä paremmat pisteet kokelas sai avaruudellisesta hahmottamisesta, sitä onnistuneemmin hän tuli ratkaisseeksi heidän kokeessaan esitetyt ongelmat. (Koch ja & Sanders, 2011, s. 5.)

Ongelmanratkaisuun ei kuitenkaan ole olemassa yhtä oikeaa kaavaa (Sherman, Sanders, Kwon & Pembridge, 2009, s. 63). Ei voida sanoa, että kun noudattaa tiettyä ongelmanratkaisukaavaa, osaa aina ratkaista eteen tulevan ongelman. Esimerkiksi käyttämällä George Polyan ongelmanratkaisukaavaa, ei välttämättä saada jokaista ongelmaa ratkaistua. (ks. kuvio 1. s. 15).

Opettajan tulee antaa lapselle apua ja tukea ongelmanratkaisuprosessin aikana. (Flowers, 2010, s. 16–17). Opettajan tulee antaa lasten kokeilla omia tapojaan heille annetun ongelman ratkaisemiseksi. Opettajan antaessa lasten itse kokeilla ongelmanratkaisua, tulee hänen keskittyä korostamaan ongelman kannalta oikeiden asioiden miettimistä. Opettaja voi esimerkiksi korostaa, miten lapsi voi päivittää jotain esinettä tai työtään, tai miten hän voi tehdä sen paremmin. Opettajan on hyvä myös saada lapset huomaamaan, miten heidän oma ajattelunsa etenee. Opettaja voi pyytää lasta esimerkiksi kertomaan, mitä hän ajattelee ratkaistessaan ongelmaa. (Sherman, Sanders, Kwon & Pembridge, 2009, s. 63.) Silloin, kun harjoitetaan lasten ongelmanratkaisutaitoja, opettajan on osattava olla mallina lapsille siihen, miten ongelmanratkaisutilanteissa toimitaan. Opettajan onnistuminen riippuu hyvin pitkälti siitä, kuinka hyvin hän itse hallitsee ratkaisuprosessiin liittyvät kysymykset ja lainalaisuudet. (Haapasalo, 2006, s. 224.)

Ongelmanratkaisua ja visuaalista hahmottamista voi harjoitella ja opetella luokassa lasten kanssa. Harjoitukset voivat olla pienimuotoisia, mutta niiden tulee olla monipuolisia. Opettajan ei tulisi aloittaa suuremman ongelman kanssa, vaan edetä pienin askelin. Jos opettaja siirtyy liian aikaisin liian

haastavaan ongelmaan, joka vaatii niin avaruudellista hahmottamista kuin ongelmanratkaisua, eivät lapset välttämättä selviydy ongelmasta ja heidän mielenkiintonsa teknologista ongelmanratkaisua kohtaan ei tällöin kehity. (Koch & Sanders, 2011, s. 15.)

Kun harjoitellaan ongelmanratkaisua ja visuaalista hahmottamista, opettaja voi esimerkiksi antaa tehtäväksi suunnitella tuoliin koukku, johon voi ripustaa repun ja paidan. Oppilaan tulee tässä ongelmassa ratkaista, mihin kohtaan tuolia koukun voi sijoittaa ja minkälainen koukun tulisi olla, jotta siihen pystytään ripustamaan kaksi esinettä. Visuaalista hahmottamista opettaja pystyy painottamaan vaatimalla piirustuksen tuolista, jossa oppilaan suunnittelema koukku on. Tätä esimerkkiongelmaa opettaja pystyy myös syventämään vaatimalla lasta miettimään, miten koukku tulisi kiinnittää tuoliin sekä mitä materiaalia koukun olisi hyvä olla ja miksi.

Ongelmanratkaisussa lapsi on koko prosessin keskiössä. Erityisesti lapsen ajattelu ja se, miten hän jäsentää käsillä olevaa ongelmaa, vaikuttaa ongelmanratkaisuun. Ratkaistakseen ongelman lapsen on jäsennettävä ongelma itselleen niin, että hän kykenee refleктоimaan omia tietojaan ongelmaa kohtaan. Lapsi siis jäsentää ja suhteuttaa jo oppimiaan tietoja, ongelmaa ja tilaa jatkuvasti toisiinsa. Lapsen ratkaistessa ongelmaa, opettajan tulee olla tilanteessa ohjaava taustatekijä. Opettajan ollessa taustalla, lapsi kykenee itse työstämään ja suhteuttamaan omia tietojaan ja taitojaan annettuun ongelmaan. Opettajan on myös hyvä tiedostaa, että ei ole olemassa yhtä tiettyä ongelmanratkaisumenetelmää, joka sopisi jokaiselle ihmiselle ja jokaiseen ongelmaan.

2.1 Ongelmanratkaisutaidot

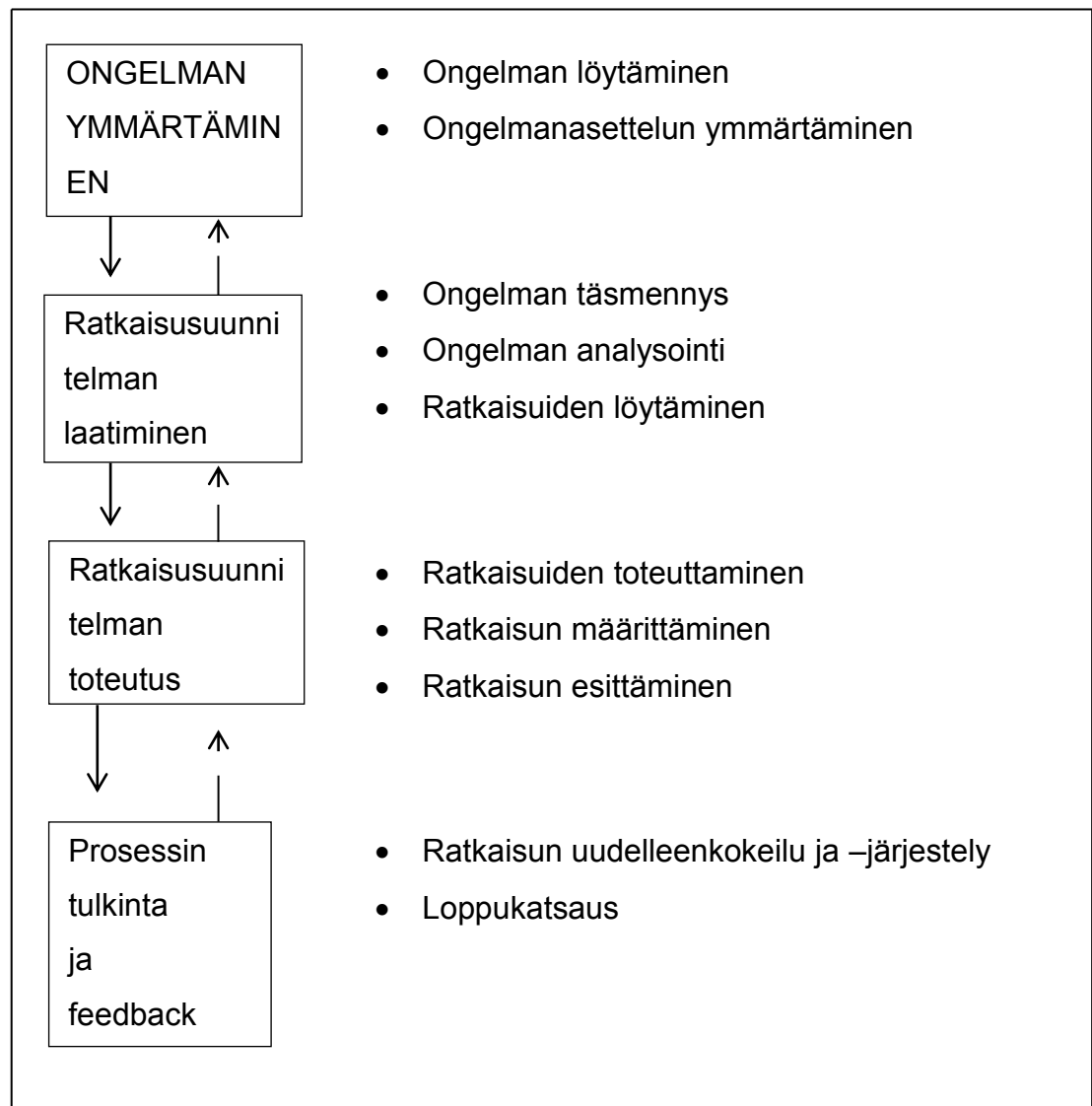
D’Zurilla & Nezu (2010) toteavat, että ihminen kohtaa elämänsä aikana monia erityyppisiä ongelmia, joita hänen tulee ratkaista. Esimerkiksi kun ongelmanratkaisuterapiassa puhutaan ongelmanratkaisutaidoista, puhutaan ihmisen toiminnasta, jonka avulla hän yrittää ymmärtää arkisia ongelmiaan. Henkilö siis pyrkii keksimään ratkaisua suoraan ongelmaansa tai tapaa, miten sen kanssa voi toimia. (D’Zurilla & Nezu, 2010, s. 200.) Ongelmanratkaisu on osa

ihmisen jokapäiväistä elämää. Ongelmanratkaisua tapahtuu siis muuallakin kuin teknologisessa ympäristössä.

George Polyan (1988) mukaan ongelmanratkaisu on käytännöllinen taito, siinä missä uiminenkin. Hänen mukaansa lapsi oppii ongelmanratkaisua katsomalla ja havainnoimalla toisia, kun he ratkovat ongelmia. (Polya, 1988, s. 4–5.) Polyan luoma ongelmanratkaisumalli on hyvin lineaarinen (ks. kuvio 1; Haapasalo, 2006, s. 178.) Polya näkee myös, että jokainen ongelma on ratkaistavissa käyttämällä tiettyä ratkaisumenetelmää (ks. kuvio 1).

Ongelman ratkaiseminen kuviossa 1 esitetyllä tavalla on hyvin mekaanista. Polyan mallissa edetään systemaattisesti, vaihe vaiheelta. Kuviossa 1 esitetyssä ongelmanratkaisumenetelmässä ei ole tarkoituksenmukaista palata taaksepäin, kuin ainoastaan kerran. Tämä takaisin palaaminen tapahtuu toiseksi viimeisessä vaiheessa, ratkaisusuunnitelman toteutusvaiheessa, jolloin määritetty ratkaisumalli kokeillaan uudelleen. Ratkaisuprosessissa voidaan palata taaksepäin, mutta palaaminen tapahtuu aina vaihe vaiheelta. Prosessissa ei esimerkiksi voida palata suoraan ratkaisusuunnitelman toteutusvaiheesta ongelman ymmärtämisvaiheeseen, vaan on palattava ratkaisusuunnitelman laatimisvaiheeseen. Ratkaisumallissa lapsi keskittyy aina käsillä olevaan vaiheeseen. Myös menetelmän seuraava vaihe on etukäteen tiedossa.

Bayazit (2013) huomasi tutkimuksessaan, että suurin osa lapsista ei käyttänyt minkäänlaisia ongelmanratkaisustrategioita. Lapset, jotka käyttivät ongelmanratkaisustrategiaa, pystyivät Bayazitin mukaan saamaan oikeansuuntaisia ja realistisia vastauksia annettuihin ongelmiin. Bayazit toteaa tutkimuksessaan myös, että lapset olivat enemmän lopputulos-orientoituneita, kuin prosessi-orientoituneita, pyrkiessään ratkaisemaan annettuja ongelmia. (Bayazit, 2013, s. 19-25.) Lapset olivat siis ohittaneet Polyan mallista ratkaisun uudelleenkokeiluvaiheen (ks. kuvio 1), joka olisi auttanut heitä havaitsemaan mahdolliset virheet.



Kuvio 1. Haapasalon (2006, s. 178) mukaelma George Polyan ongelmanratkaisuprosessin päävaiheista.

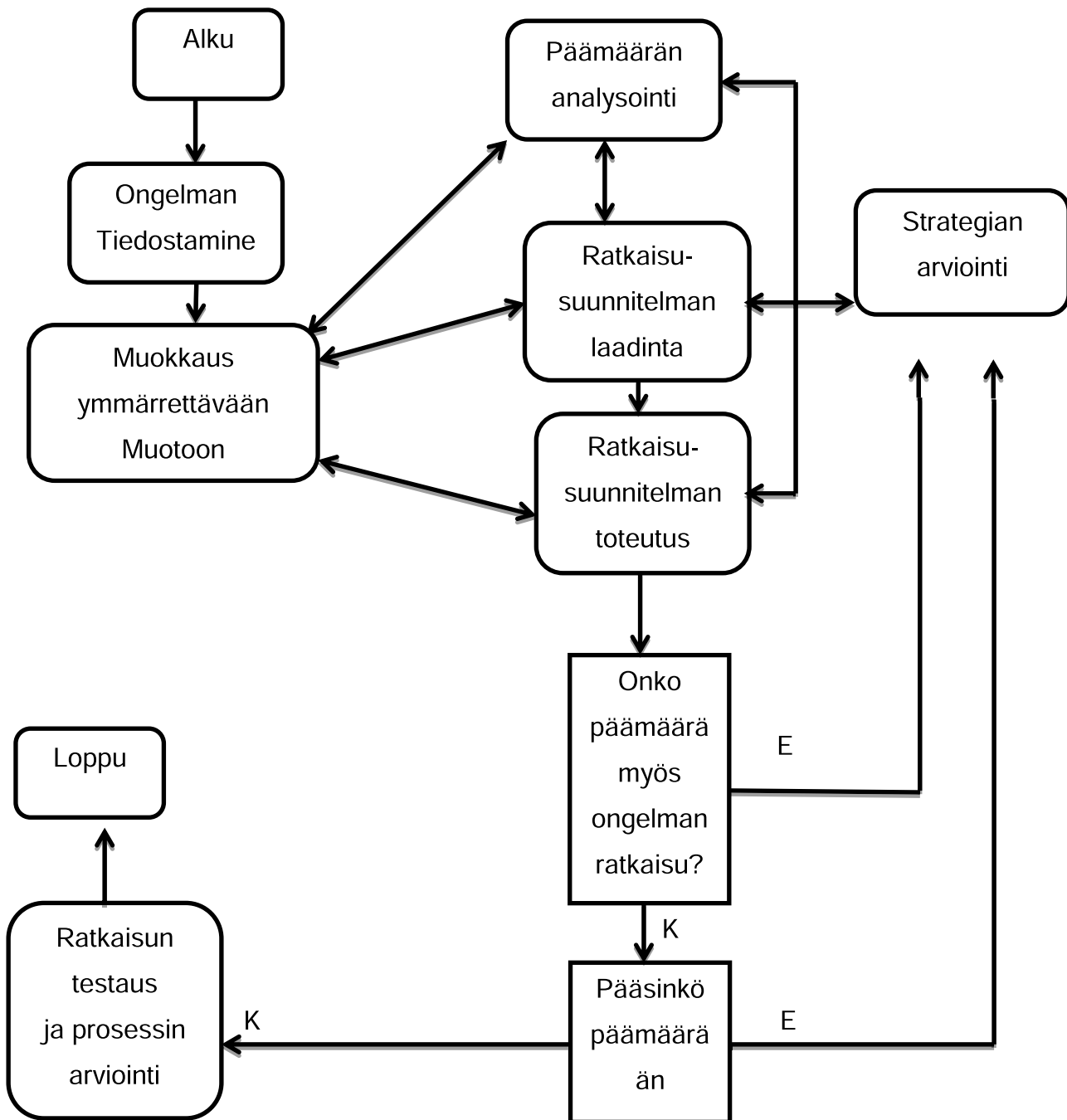
Haapasalo (2006) toteaa kuitenkin, että ongelmanratkaisuprosessi ei ole niin lineaarinen, kuin mitä Polya omassa mallissaan korostaa. Haapasalo (2006) tuo esille, että ongelmanratkaisuprosessi on yleensä huomattavasti dynaamisempi ja sykliempi (ks. kuvio 2). Itse prosessin vaiheet tulevat harvoin esille toisistaan, sanomattakaan, että ne esiintyisivät peräkkäin. Kuviosta kaksi voidaan hyvin hahmottaa, miten ongelmanratkaisun aikana lapsi muokkaa ongelmaa ymmärrettävään muotoon ja samaan aikaan laatii suunnitelmaa siihen, miten ongelman voi ratkaista. Ongelmanratkaisutaidon kehittämisessä ja kehittämisessä ei ole kyse yksittäisten toimintatapojen ja mallien opettelusta. Niinpä jokaisen tulee kehittää itselleen parhaiten sopivia toimintamalleja, koska tällöin yksilön metakognitiivisessa ajattelussa tapahtuu kehittymistä. Ongelmanratkaisuprosessi ei siis etene yhtä lineaarisesti, kuin kuviossa yksi esitetään. (Haapasalo, 2006, s. 269–271.)

Haapasalon dynaaminen ongelmanratkaisuprosessi on aluksi lineaarinen. Ongelmanratkaisussa on aina alku. Alku tarkoittaa vaihetta, jolloin ratkaistava ongelma tulee esille, tai se esitetään ratkaisijalle. Näin on myös Haapasalon mallissa. Esimerkkinä lapselle annetaan kauko-ohjattava sähköauto. Alusta edetään loogisesti ongelman varsinaiseen tiedostamiseen. Esimerkiksi voidaan huomata, että kauko-ohjattava sähköauto ei käynnisty. Ongelman tiedostamisen jälkeen Haapasalon mallissa tapahtuu seuraavaksi ongelman muokkaus ymmärrettävään muotoon. Eli havaittuaan, että kauko-ohjattava auto ei käynnisty, lapsi ymmärtää, että hänen ongelmansa kauko-ohjattavan sähköauton suhteen on sen käyntiin saaminen. Tässä vaiheessa alkaa varsinainen ongelmanratkaisun dynaaminen vaihe.

Haapasalon mallissa lapsella on seuraavaksi kolme vaihtoehtoa, jotka ovat päämäärän analysointi, ratkaisusuunnitelman laadinta, tai ratkaisusuunnitelman toteutus. Lapsi voi siis aloittaa päämäärän analysoinnilla. Tässä ongelmassa yksi mahdollinen päämäärän analyysin lopputulema voisi olla, että hänen tulee saada käynnistettyä kauko-ohjattava auto. Päämäärän analyysin jälkeen lapsi voi siirtyä suoraan ongelmanratkaisuun. Pyrkieessään ratkaisemaan ongelmaa, Haapasalon mallissa ongelmanratkaisija miettii, että onko sen hetkinen päämäärä myös

ongelman ratkaisu. Jos ongelman ratkaisija toteaa, että hänen sen hetkisen toimintansa päämäärä ei ole ongelman ratkaisu, on hänellä edessä strateginen arviointi. Tällöin ongelmanratkaisija miettii, riittääkö hänen tämänhetkinen strategiansa ongelman ratkaisuun, vai onko sen avulla mahdollista edes saavuttaa ratkaisua kyseiseen ongelmaan. Eli lapsi, joka on alkanut ratkaisemaan ongelmaa, voi saada kauko-ohjattavan auton käynnistymään ilman varsinaisen ratkaisusuunnitelman laadintaa. Lapsi voi siis saada kauko-ohjattavan auton käyntiin monien eri ongelmanratkaisukaavojen kautta. Arkielämän ongelmanratkaisussa harvemmin kaikki vaiheet erottuvat selkeästi toisistaan. Normaalisti esimerkiksi ratkaisusuunnitelman ja suunnitellun strategian arviointi tapahtuu yhtä aikaa.

Jos ongelman ratkaisijana toimii lapsi, on hänelle hyvä opettaa, että kaikki ongelmanratkaisuprosessin vaiheet ovat yhteydessä toisiinsa. Esimerkiksi, jos lapsen tehtävänä on rakentaa kestävä Lego-auto, ja lapsi onkin asettanut ratkaisusuunnitelmansa päämääräksi rakentaa kaunis Lego-auto, ei hän välttämättä rakenna kestäväää Lego-autoa, vaikka hän onnistuisi rakentamaan kauniin Lego-auton. Lapsi ei siis ole asettanut toiminnalleen päämäärää, jonka kautta hän onnistuisi ratkaisemaan annetun ongelman. Opettamalla lapselle dynaamista ongelmanratkaisustrategiaa, opetetaan häntä samalla ajattelemaan monia asioita samanaikaisesti, eli kehittämään metakognitiivista ajatteluaan. Samalla lapsi oppii, kuinka monet ongelmanratkaisuprosessin vaiheet ovat suhteessa toisiinsa (ks. kuvio 2).



Kuvio 2. Haapasalon dynaaminen ongelmanratkaisuprosessi (Haapasalo, 2006, s. 271).

Kun lapsi on muokannut ja ymmärtänyt ongelman, alkaa ratkaisuprosessin varsinainen dynaaminen osa. Kun lapsi toteuttaa ratkaisusuunnitelmaansa, hänen tulee samaan aikaan analysoida, vastaako päämäärä ongelmaa. Ongelmana voidaan yrittää esimerkiksi ratkaista, että millainen kytkin sopisi lapsen rakenteilla olevaan pienoissähkömoottoriautoon. Kyseisessä ongelmassa lapsen tulee ottaa huomioon, mihin kohti autoa kytkin tulee ja mikä kytkimen tarkoitus pienoissähkömoottoriautossa on. Lapsen tulee esimerkiksi pohtia, onko kytkimen tehtävänä kytkeä pienoissähkömoottoriauton valot päälle vai käynnistää pienoissähköauton moottori. Jos kytkimen tehtävä on käynnistää pienoissähköauton moottori, tulisi lapsen ottaa huomioon, että kytkin kannattaa sijoittaa sellaiseen pienoissähkömoottoriauton kohtaan, jossa sitä on helppo käyttää. Lapsen tulee myös samalla ottaa huomioon kytkimen kytkeminen pienoissähkömoottoriauton muihin komponentteihin, eli osiin, jotta kaikki kytkennät toimisivat oikein.

Pienoissähkömoottoriauton rakentamisprosessi tarjoaa monenlaisia ongelmanratkaisutilanteita, joita tulee ottaa huomioon samanaikaisesti. Tämänkaltaisen ongelmanratkaisuprosessi vaatii dynaamista ongelmanratkaisutaitoa, koska kaikki ongelmat eivät etene lineaarisesti ja koska toimivan lopputuloksen saamiseksi ei ole olemassa yhtä oikeaa tapaa, pääsee jokainen ongelmanratkaisija luomaan oman, tilanteeseen sopivan ratkaisumallinsa, sillä pienoissähkömoottoriauton voi rakentaa usealla tavalla.

On olemassa myös toisenlaisia tapoja ratkaista ongelmia. Brainstorming -menetelmässä aivojen ja ajattelun annetaan toimia ja jyllätä. Brainstorming -menetelmässä ei siis ole selkeää etenemiskaavaa, vaan siinä tartutaan annettuihin lähtötietoihin enemmän sattumanvaraisesti ja jäsennetään ongelmaa lähdemateriaalista kumpuavien spontaanien assosiaatioiden kautta. Myös mind-map -menetelmä kuuluu brainstorming -menetelmään. Mind-map -menetelmää käytettäessä lapsi visualisoi mahdollisia ajatuspolkuja, joiden avulla hän ratkaisisi ongelman. Lapsi kirjoittaa ylös kohtia, joita hänen tulee selvittää ratkaistakseen ongelman. Mind-map -menetelmässä lapsen ei tarvitse kirjoittaa kohtia loogisessa järjestyksessä, vaan hänen kirjoittaa ne ylös sitä mukaan, kun kohtia tulee hänelle eteen. (Haapasalo, 2006, s. 187–188.)

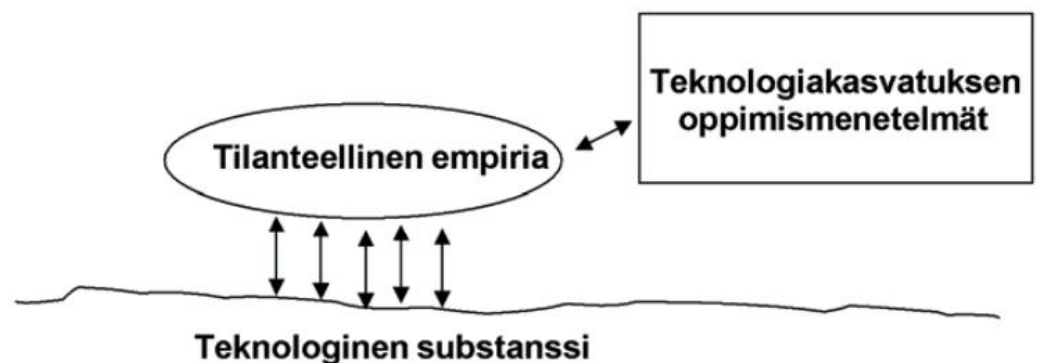
Ongelmanratkaisustrategioita on monenlaisia. Ongelmanratkaisijan haasteeksi muodostuu, miten valita niin ongelmaan kuin myös itselle sopivin ongelmanratkaisustrategia. Ongelmanratkaisustrategioissa ratkaisijalle saattaa muodostua haasteeksi käyttää valittua strategiaa oikein. Unohtamalla käydä jokin ratkaisustrategian vaihe läpi, ei saada todennäköisesti oikeansuuntaisia vastauksia. Osa strategioista vaatii lapselta systemaattista etenemistä. Tästä esimerkkinä on Polyan ongelmanratkaisustrategia (ks. kuvio 1). Brainstorming -menetelmä puolestaan antaa ratkaisijalle vapaamman mallin lähestyä ongelmaa. Suurin haaste ongelman ratkaisijalle on kuitenkin valita strategia, jonka avulla hän todennäköisesti löytää ratkaisun annettuun ongelmaan.

2.2 Ongelmanratkaisu teknologiakasvatuksessa

Ongelmanratkaisu on teknologiakasvatuksessa tärkeässä osassa, koska kaikki teknologia on kehittynyt ongelmanratkaisun kautta (Lee, 2011, s. 44). Myös Lindh (2006) ja Järvinen (2001) toteavat, että teknologiakasvatuksessa ongelmanratkaisu on tärkeässä roolissa. (Lindh, 2006, s. 103–108; Järvinen, 2001, s. 39–40.) Myös Black ja Harrison (1994) nostavat teknologiset ongelmat ja niiden ratkaisemisen esille, kun halutaan kasvattaa lapsen teknologista kyvykkyyttä. Ongelmien kautta lapsen on mahdollista kokeilla ja käyttää omaa olemassa olevaa tietotaitoaan. Samalla lapsen on mahdollista huomata, miten todellisuudessa jokin asia on mahdollista tehdä (Black & Harrison, 1994, s. 16–17). Koch ja Sanders (2011) pitävät ongelmanratkaisua niin teknologiakasvatuksen kuin myös ihmisen arkielämän tärkeänä osana (Koch & Sanders, 2011, s. 3–5).

Teknologiakasvatuksessa tapahtuvan oppimisen ainutlaatuisuuden muodostaa lapsen oma innovatiivisuus. Teknologiakasvatuksen ongelmanratkaisussa lapsi muodostaa ongelmaan relevantin ratkaisun. Oppija siis soveltaa aiemmin oppimiaan tietoja teknologiasta käsillä olevaan ongelmaan. Teknologiakasvatuksessa lähtökohtana on teknologinen substanssi eli lasta ympäröivä maailma. Tilanteelliseksi empiriaksi voidaan siis ottaa käsittelyyn esimerkiksi jokin teoria, ilmiö tai esine, josta muodostetaan koeasetelma.

Koeasetelmassa käytettäväksi teknologiseksi substanssiksi taas käy periaatteessa kaikki teknologinen substanssi, jota voidaan problematisoida oppimista varten. Teknologisen tiedonsynnyn edellytys on lapsen kokemuksellisuus, joka perustuu tosiasioihin. (Lindh, 2006, s. 104–105.) Opetuksessa käytettävä teknologinen substanssi on jokin lapsen maailmasta otettu teknologinen ilmiö tai esine. Valitusta teknologisesta substanssista luodaan koeasetelma. Koeasetelmaa lapset lähestyvät opettajan johdolla, kuvion 3. esittämällä tavalla.



Kuvio 3. Teknologisen substanssin, tilanteellisen empirian ja teknologiakasvatuksen oppimismenetelmien välisiä suhteita. (Lindh, 2006, s. 107.)

Lindh (2006) on kuviossa 3 kuvannut, miten teknologiakasvatuksessa koko ongelmanratkaisuprosessin ajan empirian ja substanssin tulisi olla kaksisuuntaista. Tällöin ongelmanratkaisun edistyessä oleellista substanssia voidaan lisätä ja epäoleellisesta substanssista voidaan luopua. (Lindh, 2006, s. 108.) Esimerkiksi pienoissähkömoottoriautoa rakentaessa voidaan mukaan tuoda erilaisia lamppuvaihtoehtoja, joita lapsi voi asentaa autoonsa. Tällöin tilanteellisen empirian pariin tuodaan teknologisesta substanssista mukaan hohtodiodeja (LED) ja erikokoisia pienoislamppuja. Samalla ongelman ratkaisijalle tulee uusia ongelmia, joita hänen tulee pienoissähkömoottoriauton rakennusvaiheessa ratkaista.

Teknologiakasvatuksen puitteissa annettujen ongelmien kautta lapsi pääsee kokemaan, miten teknologiaa oikeasti luodaan. Teknologia on lähtenyt aina ihmisen tarpeista ja haluista. Tällä tavalla on mahdollista saada laukaistua kognitiivinen, tiedollinen motivaatio, joka on myös oikean teknologian kehittymisen takana. Kognitiivinen motivaatio esiintyykin esimerkiksi haluna ymmärtää käsillä olevaa ongelmaa, ja ennen kaikkea haluna ratkaista kyseinen ongelma. (Järvinen, 2001, s. 44–45.) Teknologiakasvatuksen tavoitteena on, että tulevaisuudessa teknologisen substanssin muuttuessa, lapsi kykenee lähestymään asiaa kuviossa 3 esiintyvällä tavalla, eli lapsi oppii soveltamaan käsillä olevaa teknologista substanssia käytännön tilanteissa.

Teknologiakasvatuksessa tietoja ja taitoja tulee opettaa niin, että ne ovat muunneltavissa oppijan omassa mielessä. Tietojen ja taitojen tulee olla muokattavissa, koska ne muuttuvat sen mukaan, miten oppijaa ympäröivä teknologinen substanssi muuttuu. Tietojen ja taitojen tulee olla sellaisia, joita voidaan soveltaa ja muokata kehityksen myötä useampaan tarkoitukseen. (Ritz, 2009, s. 62.)

Kun teknologiakasvatuksen puitteissa aloitetaan ongelmanratkaisun harjoittelu, opettajan tulee keskittyä lapsen ongelmanratkaisuprosessiin enemmän kuin lopulliseen tuotokseen. Teknologiakasvatuksessa ongelmanratkaisun ei tarvitse tapahtua aina suoraviivaisesti, vaan voidaan saada aikaan parempia tuloksia, jos korostetaan ongelmanratkaisuprosessin olevan interaktiivinen, mutta kuitenkin etenevä prosessi, jossa keskitytään pikkuhiljaa etenemiseen sekä lopulliseen tavoitteeseen. (Sherman, Sanders, Kwon & Pembroke, 2009, s. 65.) Järvinen (1998) toteaa omassa tutkimuksessaan, että teknologiakasvatuksessa on hyvin luonnollista ratkoa avoimia ongelmia, jotka perustuvat ongelman ratkaisijoiden tarpeisiin ja ovat heille merkityksellisiä (Järvinen, 1998, s. 47).

Frank (2005) toteaa tutkimuksessaan, että projektipohjaisen opiskelun kautta, jossa lapsilla on tehtävänä ratkaista ryhmänä arkielämän ongelmia, lasten on mahdollisuus saavuttaa monitieteellistä tietoa itselleen. Lasten on siis mahdollista opiskella ja oppia projektin avulla monia eri oppiaineita, ryhmätyöskentelyä,

ongelmanratkaisua sekä projektin suunnittelua ja hallintaa. (Frank, 2005, s. 20–31.) Opettajan tulee kuitenkin pitää huolta, että ongelma itsessään ei estä lasta oppimasta suunniteltujen tieteenalojen struktuuria ja aiheita (Haapasalo, 2006, s. 234). Kun lapset tunnistavat tehtävän liittyvän tai olevan osa heidän omaa elinympäristöään, pystyvät he sitä kautta omaksumaan annetun ongelman ja samaistumaan siihen (Järvinen, 2001, s. 47).

Teknologiakasvatuksessa ongelmanratkaisu on keskeisessä roolissa. Ongelmanratkaisun avulla saadaan aktivoitua lapsen innovatiivisuutta. Lapset pääsevät myös konkreettisesti käyttämään jo omaksumaansa tietotaitoa. Ongelmat, joita lapset teknologiakasvatuksen puitteissa ratkovat, liittyvät aina heidän omaan konkreettiseen maailmaansa. Teknologiakasvatuksen kautta opittavat tiedot ja taidot eivät rajoitu vain yhteen oppiaineeseen tai aiheeseen. Teknologiakasvatuksen tavoitteena on, että lasten saamat tiedot ja taidot ovat sellaisia, joita lapsi voi itse muokata ja soveltaa tarpeiden ja ympäristön mukaan. Näin lapsi osaa tulevaisuudessakin ratkaista kohtaamiaan teknologisia ongelmia. Teknologiakasvatuksessa annetut ongelmat ovat lapsille myös hyvin helposti lähestyttävissä ja niihin on helppo samaistua, koska ne ovat palasia heitä ympäröivästä maailmasta.

3 LAPSEN LOOGINEN AJATTELU

Loogisesta ajattelusta voidaan erotella päättelylle eri muotoja. Peirce (1998) pitää loogisen ajattelun metodeina deduktiota, induktiota ja abduktiota. (Peirce, 1998, ss. 297–299.) Yleensä nämä kolme eri loogisen ajattelun metodia ovat kaikki osa lapsen ajattelua, kun lapsi ratkaisee ongelmaa. (Håvard, 2013, ss. 4-15.)

Deduktio on varmin kaikista päättelyn muodoista ja sitä voi käyttää suoraan satunnaiseen hypoteesiin tai ongelmaan. Deduktiivinen ajattelu perustuu aina johonkin oletukseen tai teoriasta johdettuun hypoteesiin, eli päättelyn tulos sisältyy siihen, mistä se pääteltiin. Deduktio johtaa siis yleisestä olettamuksesta johtopäätelmään. Deduktiivisen ajattelun kautta saatuja olettamuksia lapsen on helpompi luokitella ja tutkia. (Kent, 1987, s. 177–178.) Kun lapsi oppii, että metallit johtavat sähköä ja kupari on metalli, voi hän deduktiivisesti päätellä kuparin johtavan sähköä, koska päättelyketjun jälkeen lapsi voi heti lähteä tutkimaan, onko hänen deduktiivinen johtopäätelmänsä tosi. Näin ollen ongelman ratkaisu piilee annettujen totuuksien sisällä, jolloin ratkaisun voi löytää deduktiivisesti pääättelemällä.

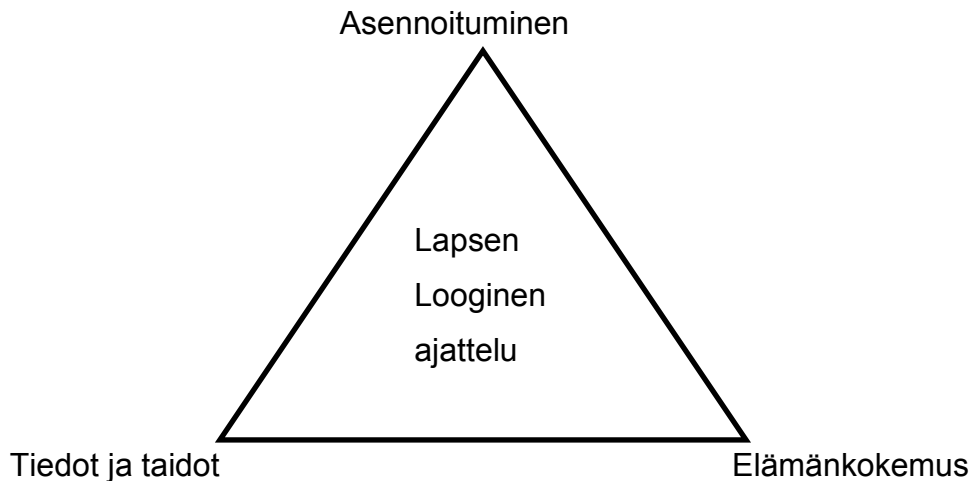
Kentin (1987) mukaan Charles Peirce määrittelee induktion teorian kokeelliseksi testaamiseksi, mikä perustuu oikeisiin kokeisiin, eikä vain kuviteltuihin tilanteisiin. Se todistaa tiedon ennalta tiedetyksi, mutta vain yksittäisen kokeen puitteissa. (Kent, 1987, s. 176.) Induktiivisen päättelyn avulla lapsen on mahdollista luoda deduktiivisen ajattelun kautta saaduille hypoteeseille empiirinen tausta. Induktiivisen päättelyn kautta saatu oletamus ei välttämättä ole pätevä. Induktion, eli induktiivisen päättelyn kautta saadun hypoteesin pätevyys riippuu siitä, kuinka monta kertaa aiemmin henkilö on kokenut, todistanut tai nähnyt kyseisen yksittäisen tilanteen, jonka pohjalta hän muodostaa yleisen päätelmänsä. Lapsi voi esimerkiksi päätellä induktiivista päättelyä käyttäen, että jos ruuvinväännin on kerran hajottanut ruuvin kannan, niin ruuvinväännin hajottaa aina ruuvin kannan. Tässä tapauksessa lapsi on muodostanut yleisen teorian oman, yksittäisen kokemuksensa kautta. Ruuvinväännin ei kuitenkaan aina hajota ruuvin kantaa,

vaan on mahdollista, että lapsen käyttämän ruuvinvääntimen kärki ei ole ollut sopiva kyseisille ruuveille. Eli oikea yleinen teoria olisi tässä tapauksessa ollut, että käytettäessä vääränlaista tai väärän kokoista ruuvinvääntimen kärkeä, ruuvin kanta voi hajota.

Abduktiivisen ajattelun kautta voidaan johtaa ratkaisuja, joita ei voida johtaa varmemmilla päättelymuodoilla, eli induktiolla ja deduktiolla. (Kent, 1987, s. 176). Mahdolliset uudet ratkaisumahdollisuudet voivat syntyä abduktiivisen ajattelun kautta, koska abduktiivinen ajattelu alkaa tutkittavasta aiheesta saadusta vihjeestä tai olettamuksesta (Paavola, 2006, s. 56). Abduktiivisen päättelyn avulla muodostettujen olettamusten paikkansapitävyyttä voidaan tarkastella deduktiivisen päättelyn avulla (Håvard, 2013, s. 4). Tästä esimerkkinä on tehtävä, jossa lapsen tulee suunnitella mahdollisimman hyvin liukuva liukuri. Lapsi muistaa nähneensä kaikissa liukureissa kahvan. Tästä vihjeestä lapsi tekee oletuksen, että lisäämällä useamman kahvan liukuriin, siitä tulisi paremmin liukuva. Lapsi siis tarttuu yhteen yksittäiseen asiaan, jonka liukurista huomaa, ja käyttää tätä ratkaisumahdollisuutena. Tietenkään liukurin liukuominaisuuteen ei ole isoa merkitystä sillä, kuinka monta kahvaa liukurissa on. Kylläkin jokainen kahva vaikuttaa liukuominaisuuksiin, mutta suoranaisesti lisäämällä kahvoja liukuriin, liukuominaisuudet eivät parane.

Abduktion kautta luomaansa olettamusta lapsi voi lähteä tutkimaan käyttämällä induktiivista päättelyä, eli lapsi lähtee kokeilemaan, paranevatko liukurin liukuominaisuudet tässä kyseisessä liukurissa, jos siihen lisää kahvoja. Tämän ensimmäisen kokeilun jälkeen hän voi alkaa etenemään ongelmanratkaisuprosessissaan kohti yleistystä. Eli yleistystä, että paranevatko liukurin liukuominaisuudet lisäämällä siihen kahvoja.

Lapsen loogisen ajattelun pohjana toimii kyky luokitella asioita. Kyky luokitella asioita on tärkeä osa kognitiivisia prosesseja. (Lovell, Mitchell & Everett, 1968, s. 224 - 225.) Lasten loogiseen ajatteluun vaikuttavat muun muassa seuraavat osatekijät: lapsen tiedot, elämäkokemus ja asennoituminen. Malisen (1992) tutkimuksen pohjalta laaditussa kuviossa 4 on esitetty, miten nämä kolme osatekijää ovat suorassa vaikutussuhteessa lapsen loogiseen ajatteluun.



Kuvio 4. Lapsen loogiseen ajatteluun vaikuttavat tekijät lapselle tutussa tilanteessa (vrt. Malinen, 1992, s. 24)

Lapsen ratkaistessa ongelmaa tutussa tilanteessa lopputulokseen vaikuttavat lapsen aiemmat kokemukset, jo olemassa olevat tiedot ja asennoituminen (ks. kuvio 4). Esimerkiksi, jos lapsi on kokenut epäonnistumisia koulussa matemaattisissa ongelmanratkaisutehtävissä, ennen ongelmanratkaisun aloittamista hän asennoituu mahdollisesti annettua matemaattista ongelmaa kohtaan negatiivisesti.

Kun siirrytään haastavampiin ongelmiin, lapsen tulee osata lähestyä ongelmaa useammasta eri näkökulmasta. Uuden ongelman kanssa useasti käytetään abduktiivista ajattelua. Erityisesti silloin, kun ei ole olemassa ennakkotietoa aihepiiristä tai alueesta josta ongelma on johdettu, käytetään abduktiivista ajattelua, koska tällöin ratkaisijalla ei ole olemassa tietoa, johon hän voisi turvautua. Tällöin on vain aloitettava jostakin asiasta ongelman suhteen. Abduktiivisen ajattelun kautta lapsen on mahdollista tarkastella ongelmaa useammasta, kuin vain yhdestä näkökulmasta. Deduktiivisen ajattelun kautta lapsen on mahdollista testata ja varmistaa jo olemassa olevia olettamuksia tai teorioita.

3.1 Lapsen ajattelun kehittyminen

Lapsen kehitys syntymästä aikuisuuteen voidaan jakaa kolmeen päävaiheeseen, jotka ovat sensomotorinen kehityksen vaihe, konkreettisten toimintojen vaihe ja formaalien toimintojen vaihe. (Sige & Hooper, 1968, s. 2–3.) Ennen kuin lapsi täyttää kuusi tai seitsemän vuotta, lapsen looginen ajattelu ylittää vain tasolle, jossa on onnistuminen tai epäonnistuminen. Jokin asia siis joko toimii, tai se ei toimi. Lapsi ei ajattele asioiden syvempiä tarkoituksia tai merkityksiä. Lapsen ajattelun pääpaino on suoritettavan tehtävän tavoitteen saavuttaminen. Tässä vaiheessa lapsi ei onnistuessaan mieti, miksi hän onnistui saavuttamaan tavoitteen. (Inhelder & Piaget, 1958, s. 3–6.) Esimerkiksi, kun lapsen lelu hajoaa kesken leikin, ei lapsi useasti edes yritä korjata lelua. Hän mitä useammin toteaa leluun olevan rikki tai turhautuu.

Lapsen ollessa yli seitsemän vuotta vanha, mutta vielä alle yhdentoista, hän on konkreettisten toimintojen hahmottamisen tasolla (Sige & Hooper, 1968, s. 2–3). Tällä tasolla lapsi pystyy näkemään ja huomioimaan asioiden välisiä suhteita. Lapsi ei vielä tässä vaiheessa etsi havaitsemiensa asioiden ja niiden välisten suhteiden kautta muodostuvia selityksiä tai sääntöjä. Lapsi löytää jo tässä vaiheessa kaiken tarvittavan informaation muodostaakseen oikeita yhteyksiä ja sääntöjä. (Inhelder & Piaget, 1958, ss. 8–11.) Jos lapsen lelu tässä vaiheessa hajoaa kesken leikin, lapsi tiedostaa, että lelu hajosi hänen toimintansa johdosta. Lapsi mahdollisesti pystyy myös korjaamaan leluun tilanteessa, jos lelu ei ole hajonnut pahasti. Hän siis kykenee tiedostamaan, että lelu hajosi hänen omien toimieni johdosta, mutta silti hän saattaa tämänkin jälkeen leikkiä samalla tavalla ja rikkoa lelunsa uudelleen.

Lapsen ajattelun kehittyttyä formaalien toimintojen tasolle, lapsi pystyy muodostamaan itselleen selityksiä, sääntöjä ja asioiden välisiä yhteyksiä. Aluksi tämä on hidasta ja haastavaa. Loppuvaiheessa lapsi pystyy vaivattomasti muodostamaan jo yleisiä hypoteesejä löydettyään tarvittavat tiedot. (Inhelder & Piaget, 1958, s. 8–11). Lapsen ajattelu ei kehity syvällisemmäksi pelkästään iän myötä. Lapsen tulee opetella ja kokeilla haluttua asiaa tai taitoa, jotta hän pystyy

käyttämään sitä tulevaisuudessa tehokkaasti ja soveltamaan sitä aikaisempaa haastavammalla tasolla. (Klausmeier, 1980, s. 32.) Formaalien toimintojen tasolla oleva henkilö kykenee tiedostamaan, että hänen omien toimintojensa kautta jokin asia saattaa hajota, tai mennä rikki. Alkuvaiheessa hän kykenee muodostamaan näitä sääntöjä tapahtumien kautta. Syvällisemmässä vaiheessa hän pystyy myös muodostamaan sääntöjä asiayhteyksien kautta. Esimerkiksi tiedostamalla, että pakkasella vesi jäätyy ja kylmä muovi on heikkoa, kykenee hän tajuamaan, että kaikkia muovisia esineitä ei kannata jättää ulos pakkasella, jos niiden haluaa säilyvän ehyenä pidempään.

Psykologian puolella kehitys voidaan määritellä käyttäytymissarjaksi, joka muuttuu jatkuvasti, mutta jonka useimmat lapset käyvät läpi jotakuinkin samassa järjestyksessä, edeten yksinkertaisesta prosessoinnista monimutkaiseen. Kehitys taas viittaa mielen prosesseihin, kuten ajatteluun, muistiin tai arviointiin. Yleistä on myös ajatella, että lapsen kaikki taidot pohjautuvat hänen aiempaan kehitykseensä. Lapsen nykyinen kehitystaso vaikuttaa myös siihen, miten tulevaisuudessa oppiminen onnistuu. Havainnot lapsen käyttäytymisestä eri ikävaiheissa antavat kasvattajalle ja opettajalle kuvan kehityksen osa-alueista. Lapsen fyysiset, kognitiiviset, emotionaaliset sekä sosiaaliset kehityspiirteet ilmentävät kehitystä kussakin ikä- ja kehitysvaiheessa. (Linnilä, 2006, s. 25–26.) Tarkkailemalla ja tekemällä huomioita lapsen toiminnasta toisten lasten kanssa, tai seuraamalla miten lapsi kehittyy fyysisesti, opettaja voi päätellä, missä kehitysvaiheessa lapsi tällä hetkellä on ja millä tavalla ongelmanratkaisua voitaisiin alkaa lapsen kanssa harjoitella.

Kolbin (1984) mukaan lapsen tulee omaksua neljä eri roolia oppimisprosessin sekä ajattelun kehittymisen aikana. Jotta lapsi pystyy tehokkaasti kehittämään omaa ajatteluaan, lapsen tulee osata kokea konkreettisesti omat kokemuksensa. Lapsen tulee pystyä refleктоimaan näkemäänsä, havaintojaan ja lapsen tulee pystyä käsitteellistämään abstrakteja asioita. Lapsen tulee myös osata olla aktiivinen kokija. Lapselta vaaditaan kykyä osallistua oppimistilanteeseen niin, että hän on oppimistilanteessa koko ajan läsnä. Lapsen tulee myös osata tarkkailla ja havainnoida omia kokemuksiaan monesta eri näkökulmasta. (Kolb, 1984, s. 30.) Havaintoihin pohjautuen, lapsen tulee myös pystyä muodostamaan loogiselta

kuulostavia oletuksia, joiden pohjalta hän aloittaa ongelman ratkaisemisen. (Kolb, 1984, s. 30). Jokainen lapsi tuo aina oppimistilanteeseen mukanaan jonkin asteen oletuksen opiskeltavasta aiheesta. Lapsi ei ole missään vaiheessa täysin tietämätön. Lapsen oletamukset ja ajattelu eivät ole välttämättä paikkaansa pitäviä. Lapsen ajattelun kehittäminen on siis jo olemassa olevan ajattelun uudelleen muotoilua. Oppiminen on siis uudelleen oppimista. (Kolb, 1984, s. 28).

Tutkijoiden kokemusten mukaan, jo ensimmäistä luokkaa käyvät lapset kykenevät olemaan läsnä oppimistilanteessa sekä omaavat kykyä osallistua oppimistilanteisiin. Tämä tuli ilmi teknologiapainotteisen luokanopettajakoulutuksen kurssilla, jossa ensimmäistä luokkaa käyville oppilaille esitettiin teknologiaan liittyvä ongelmanratkaisutehtävä. Oppilaat kykenivät tuomaan esille omia havaintojaan käsillä olevasta ongelmasta ja omasta toiminnastaan. Kun lapsi liittää uuden tiedon hänellä jo oleviin tietoihinsa, kutsutaan prosessia assimilaatioksi. Prosessia, jossa lapsi muovaa omia tietojaan niin, että syntyy uusi tiedonrakenne, kutsutaan akkommodaatioksi. (Tynjälä, 1999, s. 42.)

Lapsen kasvaessa hänen kykynsä hahmottaa ja prosessoida ympärillä olevaa informaatiota kasvaa. Aluksi lapsi oppii havainnoimaan omaa kehoaan ja sen toimintaa. Kun lapsi on oppinut hahmottamaan itsensä, kykenee hän siirtämään ajatteluaan ympärillä tapahtuviin konkreetteihin toimintoihin. Lapsen ei tarvitse enää keskittyä kehonsa tulkitsemiseen, vaan hän voi siirtää keskittymisensä varsinaiseen tekemiseen. Lopuksi hän pystyy siirtämään keskittymisensä ympärillä tapahtuvien asioiden välisiin suhteisiin. Jotta lapsi pystyy toteuttamaan jokaista Kolbin määrittelemää neljää oppijan roolia, tulee hänen olla kehityksessään formaalien toimintojen tasolla.

3.2 Opettajan rooli lapsen ongelmanratkaisutaitojen ja loogisen ajattelun kehittämisessä

Opettaja ei pysty omalla toiminnallaan vaikuttamaan paljoakaan lapsen kehittymisen etenemiseen. Opettaja voi korkeintaan vauhdittaa tai taannuttaa

hieman lapsen kypsymistä. (Bigge & Shermis, 1992, s. 1.) Lapsen opetellessa ajattelemaan loogisesti, on opettajan tavoitteena myös kehittää lapsen taitoa ajatella ja esittää asioita selkeämmin (Malinen, 1992, s. 10).

Lapsen loogisessa päättelyssä tulee esille ajattelumalleja, joita lapsi aktiivisesti muokkaa ja arvioi. (Malinen, 1992, s. 21.) Lapsen ratkaistessa hänelle uutta ongelmaa, hän ei käytä pelkästään aiemmin omaksumiaan tietoja ja taitoja. Lapsi tuo aina mukanaan tilanteeseen omat tunteensa, odotuksensa ja tarpeensa. Opettajan tulee tunnistaa tilanteet, milloin hänen olisi mahdollista tarttua ja käyttää hyväksi näitä lapsen mukana tulevia ominaisuuksia. Samalla opettajan tulee varmistaa, että opiskeltaessa lapsen olisi mahdollista aistia ja huomata, miten teknologian luonne esiintyy hänen koulumaailmassaan. (Järvinen, 2001, s. 39.)

Opettajan tulee huomioida lapsista myös ne, jotka eivät ole ratkoneet paljon ongelmia. Lapsilla, jotka ovat aikaisemmin ratkoneet vähän ongelmia tai eivät ollenkaan, on usein vaikeuksia ideoiden keksimisessä. Erityisesti, jos teknologista substanssia ei ole, eli oppilaalla ei ole pohjaa mistä ammentaa. Haasteeksi muodostuu myös parhaiten soveltuvan ratkaisun valitseminen lopulliseksi ratkaisuksi. Opettajan tulee olla aluksi vahvasti mukana ohjaamassa ja tukemassa lapsen ongelmanratkaisuprosessia. Jos opettaja ei ole tukemassa ongelmanratkaisuprosessia, lapsen oppimisprosessi hidastuu ja pahimmissa tapauksissa jopa loppuu kokonaan. (Järvinen, 2001, s. 46.) Tutkijoiden omien kokemusten pohjalta erityisen tärkeää on se, miten opettaja tukee oppilaita. Positiivisen ja innostuneen ilmapiirin luomisen sekä oppilaiden tukemisen kautta olemme itse kokeneet oppilaiden onnistuvan parhaiten. Opettajan tulee luoda luokkatilaan ilmapiiri, jossa saa ja jossa on turvallista kokeilla ja myös epäonnistua.

On myös tutkittu, että lapsi saavuttaa paremman koulumenestyksen, silloin kun hänen oma ajattelutapansa on lähellä opettajan omaa ajattelutapaa (Zhang, 2002, s. 181). Tutkimuksen pohjalta opettajia suositellaan rohkaisemaan lapsia kokeilemaan erilaisia oppimismenetelmiä. Opettajan tulee myös käyttää useita eri opettamistapoja opetuksessaan. (Loo, 2004, s. 103–107)

Opettajan tulee olla tietoinen siitä, mikä hänelle itselleen on luontainen ajattelutapa, jotta hän ei aseta toisen ajattelumallin omaavia lapsia heikompaan asemaan opetuksessaan. Opettajan tulee olla tietoinen, kuinka paljon lapset ovat aiemmin harjoitelleet ongelmanratkaisua. Näin opettaja pystyy antamaan riittävän haastavia tehtäviä jokaiselle oppilaalle ja olemaan heti alkuvaiheessa tukena heille. Opettajan on myös hyvä antaa ratkaistaviksi ongelmia, joissa painottuu enemmän jokin loogisen ajattelun metodeista. Lapselle voi esimerkiksi antaa ongelmaksi etsiä teknologinen ratkaisu, jossa on sovellettu kolmiotukirakenteen periaatetta. Oppilaiden tulisi siis etsiä rakennuksia, esineitä tai laitteita, joissa rakenteet muodostavat kolmioita, joiden tehtävänä on pitää rakennus kasassa tai vahvistaa rakennelmaa. Tässä ongelmassa lapsi lähtee yleisestä teoriasta (kolmiotukirakenteen periaatteesta) etenemään yksittäiseen johtopäätelmään (esineeseen tai asiaan, joka perustuu kolmiotukirakenteeseen). Tällaisella ongelmalla opettaja voi harjaannuttaa esimerkiksi lapsen deduktiivista ajattelua.

4 ABDUKTIIVINEN PÄÄTTELY LOOGISEN AJATTELUN METODINA

Abduktiivisen päättelyn kehittäjänä pidetään Charles S. Peircea (Aliseda, 2000; Håvard, 2013; Niiniluoto, 1999; Paavola, 2003.) Kun aletaan keksiä uusia keksintöjä tai teknologisia ratkaisuja, käyttää ihminen silloin usein abduktiivista ajattelua. Uutta luotaessa lähtökohdaksi käy yllättävä fakta tai pieni yksityiskohta (Håvard, 2013, s. 3). Abduktiivisessa päättelyssä hypoteesia, tulkintaa tai selitystä ei haeta yleensä vain suhteessa johonkin yksittäiseen ilmiöön tai vihjeeseen, vaan selitystä hakiessa otetaan huomioon monia vihjeitä. (Paavola, 2003, s. 2.) Abduktiivisen ajattelun käyttö on tapauskohtaista ja riippuu oppijasta sekä oppimistilanteesta.

Teknologiakasvatuksen parissa abduktiivista ajattelua käytetään useasti, kun halutaan luoda jotain uutta, keksiä uudenlaisia teknologisia ratkaisuja tai synnyttää hypoteeseja. Erityisesti, jos tämä luotava asia on jotain erityisen innovatiivista, eli jotakin mitä kukaan ei ole aikaisemmin tehnyt tai kokeillut. Tietenkään aina ei käytetä abduktiivista ajattelua kun luodaan jotakin uutta. Teknologiakasvatuksen puitteissa lapselle voidaan esimerkiksi antaa tehtävä, joka liittyy elektroniikan kytkentöihin. Aikaisemmin hänelle on opetettu juottaminen ja miten sähköjohdin juotetaan kiinni kytkimeen. Tehtäväksi lapselle annetaan lisätä olemassa olevaan kauko-ohjattavaan pienoissähkömoottoriautoon ON-OFF-ON-kytkin niin, että pienoissähkömoottoriauto saadaan pysähtymään sekä kulkemaan eteen- ja taaksepäin. Tällöin lapsi joutuu käyttämään abduktiivista päättelyä siihen, miten hän kytkee johdot annettuun kytkimeen niin, että hän pystyy ohjaamaan autoaan eteen- ja taaksepäin sekä pysähtymään. Hän osaa juottaa sähköjohtimen kiinni kytkimeen, mutta hänellä ei ole entuudestaan tietoa kytkennöistä. Lapsi joutuu siis kokeilemisen ja päättelämisen kautta rajaamaan pois mahdollisia kytkentämalleja, ennen kuin hän pääsee ratkaisuun. Kaikilta tämänkaltaisen ongelman ratkaiseminen ei vaadi abduktiivista ajattelua. Tilanteeseen vaikuttavat niin itse tilanne, ongelma kuin ratkaisija ja hänen taustansa.

Paavola (2003) tulkitsee abduktiivista päättelyä niin, että sen avulla on mahdollista rajata tutkittavaa kenttää tai hypoteesin tyyppiä ennen varsinaisten ehdotusten

löytämistä. Abduktion avulla voidaan siis löytää hypoteeseja ratkaistavaan ongelmaan. Abduktion kautta voidaan myös saada ratkaisu ongelmaan. Ratkaisuun on päädytty rajaamalla mahdottomat ratkaisumallit pois, jonka jälkeen ratkaisijalle on jäänyt jäljelle hänen mielestään mahdolliset ratkaisut ongelmaan. Jäljelle jäävien mahdollisuuksien avulla henkilö on pystynyt päättämään tai jopa arvaamaan ratkaisun ongelmaan, jota hän oli ratkaisemassa. Abduktion avulla ei kuitenkaan voida hakea vahvistusta jo olemassa olevaan olettamukseen (Niiniluoto, 1999, s. 441).

Jos on saatu ratkaisu yksittäiseen ongelmaan käyttämällä abduktiivista päättelyä ja halutaan tietää, voisiko saatu ratkaisu olla yleisesti käytettävissä oleva ratkaisumalli samantyyppisiin ongelmiin, tulee tällöin käyttää induktiivista päättelyä, eli edetä yksittäisestä tapauksesta kohti yleistä teoriaa. Aliseda (2000) toteaa, että abduktio voidaan myös tulkita induktion ilmentymäksi silloin, kun tarkkaillaan yksittäistä tapausta (Aliseda, 2000, s. 46). Kun abduction avulla tarkastellaan jotakin asiaa, on mahdollista löytää ja tarttua hyvinkin pieniin yksityiskohtiin. Tutkittavan asian tarkasteluun otetusta yksityiskohdasta taas voidaan johtaa alustavia hypoteeseja. Abduktiota on myös luonnollista käyttää loogisen ajattelun muotona silloin, kun tarkoituksena on löytää uusia selityksiä. (Paavola, 2003, s. 3–6.)

Abduktion avulla pystytään luomaan uusia olettamuksia ongelmasta. Abduktiivisen ajattelun kautta lapsi pystyy luomaan itselleen olettamuksia hänelle tuntemattomasta asiasta. Lapsi tarvitsee vihjeen, jonka kautta hän pystyy luomaan olettamuksen ongelmaan. Vihjeen voi antaa valmiiksi tai lapsi voi johtaa vihjeen itse.

Tutkijoiden ohjelmoidessa ensimmäistä kertaa PICAXE –mikrokontrolleria, tehtävänä oli ohjelmoida sykli LED-valoille. Tehtävänä oli saada keltainen LED-valo palamaan viisi sekuntia, jonka jälkeen sen tuli sammua ja punaisen valon syttyä viideksi sekunniksi ja sen jälkeen sammua. Tutkijoilla ei ollut aikaisempaa tietoa ohjelmoinnista. Tutkijoille oli opetettu ohjelmoinnin peruskäskyt, mutta ei sitä, miten ohjelmoidaan tarkkoja aikarajoja lampun palamiselle ja sammumiselle. Eli ennen tehtävän aloittamista tutkijoilla ei ollut tietoa siitä, miten sykli

ohjelmoidaan. Tutkijat lähtivät arvailemaan, että millaista koodia mahdollisesti tarvitsivat ja mitä eivät ainakaan tässä tehtävässä tarvitsisi. Useamman arvauksen, ehdotuksen, yrityksen ja epäonnistumisen jälkeen tutkijat oivalsivat, miten saadaan ohjelmoitua aikamääreet, ja miten lamput ohjelmoidaan syttymään ja palamaan sykleissä.

Abduktiivisessa ajattelussa ei ole välttämätöntä löytää pitävää tietoa ongelmanratkaisun avulla. Abduktion kautta saadut uudet näkökulmat ongelmaan voivat toimia apuna ratkaistessa ongelmaa, vaikka nämä uudet näkökulmat eivät olisi paikkaansa pitäviä, sillä ne voivat johdattaa ongelman ratkaisuun. Teknologiakasvatuksessa lapsi voi siis käyttää abduktiivista ajattelua silloin, kun hänen tulee keksiä uusia teknologisia laitteita, tai innovoida uudestaan jokin tuttu teknologinen esine. Vaikka abduktio kuuluu loogisen ajattelun metodeihin, ei abduktiivisen ajattelun eteneminen ole aina välttämättä loogista. Lapsella ei ole määrättyä etenemissapluunaa, kuten esimerkiksi deduktiivisessa ajattelussa. Abduktio antaa lapselle mahdollisuuden tarkastella ilmiötä vapaasti useista näkökulmista. Teknologiakasvatuksessa abduktio antaa tilaa lapsen innovatiivisuudelle ja luovuudelle.

Kun ongelmakentästä ja/tai sen ratkaisuun johtavista seikoista ei ole mitään tietoa, voidaan todeta, että abduktio on päättelyä, joka alkaa ongelmasta tehtävästä havainnosta. Havainto voidaan siis tehdä joko käsillä olevasta ongelmasta tai tilanteesta, jossa ongelma esiintyy. Abduktion tavoitteena on myös johtaa selitykseen. Abduktiivisen päättelyn kautta johdetuilla kysymyksillä, on yleensä olosuhde- tai pragmaattiset rajat. Nämä rajat rajaavat potentiaalisia vastausvaihtoehtoja abduktiivisesti johdetulle kysymykselle. (Sintonen, 2004, s. 249 - 250.) Esimerkiksi elektroniikkaan liittyvässä ongelmassa voidaan päätellä ongelmaksi liian vähäinen sähkövirta. Tällöin voidaan ratkaisuvaihtoehtoista rajata pois vaihtoehto, jonka mukaan virtapiirin rakentajan tulee olla naispuolinen henkilö, koska yleisesti tiedetään, että virtapiirin kokoajan sukupuoli ei vaikuta sähköpiirissä kulkevan sähkövirran määrään. Sähkövirran määrään sähköpiirissä vaikuttaa virtalähde, eikä sähköpiirin kokoajan sukupuoli. Paavolan (2004) mukaan abduktiivisessä päättelyssä selityksiä ilmiöstä haetaan itse ilmiöstä, tai huomataan niitä ilmiötä tarkastellessa (Paavola, 2004, s. 268).

Abduktiivista päättelyä esiintyy, kun ratkaistaessa ongelmaa muodostetaan ratkaisua auttavia kysymyksiä tai oletuksia. Hyvä abduktiivinen apukysymys on kysymys, jonka vastauksen kautta päästään lähelle varsinaisen ongelman ratkaisua (Sintonen, 2004, s. 256). Abduktiivista päättelyä käytetään, kun ei pystytä johtamaan vastausta jo olemassa olevan tiedon pohjalta. Molemmissa edellä mainituissa esimerkkitalanteissa voidaan käyttää abduktiivista päättelyä hyväksi, jotta pystyttäisiin muodostamaan apukysymyksiä. Muodostetun apukysymyksen ratkaisemisen avulla päästään lähemmäksi varsinaisen ongelman ratkaisua.

Lapsen ratkaistessa ensimmäistä kertaa hänelle hankalaa matemaattista ongelmaa, käyttää hän useasti abduktiivista päättelyä. Ratkaistessaan ensimmäistä kertaa haastavaa matemaattista ongelmaa, lapsen tulee useasti muodostaa apukysymyksiä tai -ongelmia, joiden avulla lapsi pystyy ratkaisemaan varsinaisen ongelman. Muodostaessaan näitä ongelmia, tulee lapsen tarkastella muodostamia apuongelmia tai apukysymyksiä kriittisesti. Lapsen tulee tarkkailla, että auttavatko muodostetut apuongelmat tai -kysymykset häntä pääsemään lähemmäksi varsinaisen ongelman ratkaisua. (Cifareli, 1999, ss. 646–653). Opettajan tulee tässäkin olla lapsen tukena ja tarkkailijana, aivan kuin lasten aloittaessa ongelmanratkaisun harjoittelua. Esimerkiksi lapsen ratkaistessa sanallista laskutehtävää, tulee hänen päätellä mielessään, että pitääkö hänen laskea yhteen, vähentää, jakaa tai tehdä useita eri laskutoimituksia. Tämän muodostamansa apuongelman kautta lapsi pääsee muodostamaan lausekkeita. Muodostettuaan lausekkeen on lapsi jo lähempänä varsinaisen ongelman ratkaisua. Opettajan on myös hyvä tarkkailla ja käydä jopa kyselemässä miten lapsi on päätenyt mihinkin ratkaisuun missäkin vaiheessa. Tällä tavalla opettajan on helpompi ymmärtää, että mitä lapsi on ajatellut missäkin tilanteessa.

Abduktiivisessä päättelyssä selityksiä ei haeta tai johdeta toisesta ilmiöstä taikka yleisistä totuuksista. Esimerkiksi, jos ratkaistavassa ongelmassa henkilön tehtävänä on liu'uttaa lasi pöydän päästä toiseen päähän ja henkilö ratkaistakseen ongelman miettii, kuinka paljon kitkaa muodostuu lasin ja pöydän välille, hän ei käytä abduktiivista päättelyä. Edellä mainitussa tilanteessa henkilö on käyttänyt

deduktiivista päättelyä muodostaessaan ongelman, jonka ratkaisun kautta pääsee lähemmäs varsinaisen ongelman ratkaisua. Jos henkilö olisi muodostanut kysymyksen, että onko pöytä kallellaan johonkin suuntaan ja miten tämä mahdollinen kaltevuus vaikuttaa hänen tulevaan suoritukseensa, olisi henkilö käyttänyt hyväkseen abduktiivista päättelyä. Abduktiivista päättelyä esiintyy, kun henkilö johtaa apukysymyksiä tai -ongelmia suoraan varsinaisesta ongelmasta. Abduktiivinen päättely pohjautuu itse ilmiöön, sen havainnointiin ja havainnoista johdettuihin kysymyksiin tai ongelmiin.

5 METODOLOGISET LÄHTÖKOHDAT

Tutkimuksessa käytettävä menetelmä on pystyttävä perustelemaan hyvin ja sen on vastattava tutkimuksen tarkoitusta. Tutkimusprosessiin sisältyvät sen eri vaiheet, siihen asetetut tutkimuskysymykset, tutkimuksen kohde, teoreettinen lähestymistapa ja tutkittava aineisto. Kaikki nämä edellä mainitut asiat vaikuttavat tutkimusmenetelmän valintaan merkittävästi. (Metsämuuronen, 2003, s. 7–22.) Tutkimusmenetelmien valintaa tehdessä on huomioitava tutkimuksen kohderyhmä sekä tutkimuksen otanta. Tutkittavan kohderyhmän suuruus ja tutkimuksen luonne asettavat tiettyjä rajoituksia tutkimusmenetelmälle ja sen aineistonkeruutavoille. (Mäkinen, 2006, s. 64.) Tämä tutkimus toteutettiin kvalitatiivisena tapaustutkimuksena. Seuraavissa luvuissa perustelemme valitsemaamme metodologista lähestymistapaa, eli tutkimusmenetelmää tutkimuksen onnistumisen kannalta.

5.1 Kvalitatiivinen tapaustutkimus

Kvalitatiivisessa eli laadullisessa tutkimuksessa pyrkimyksenä on tutkia kohdetta mahdollisimman kokonaisvaltaisesti. Sen tutkimusmenetelmät ovat usein laadullisia ja tutkimuksen kohdejoukko on valittu tarkoituksenmukaisesti. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara, 1997, s. 161.) Tutkimusmenetelmien valinnassa olennaista oli, että tutkijalla on mahdollisimman paljon tietoa erilaisista menetelmistä ja että tutkija tuntee niiden hyödyt ja rajoitukset (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara, 1997, s. 182–184). Tapaustutkimuksessa tutkijoiden täytyy myös selkeästi rajata aihe ja tutkittava ilmiö (Creswell, 1998, 63). Valitsimme tutkimukseemme kvalitatiivisen näkökulman ja metodiksi tapaustutkimuksen, koska tutkimuksemme perustui suhteellisen pienen joukon yksityiskohtaiseen tarkasteluun. Tässä tutkimuksessa käytimme tapaustutkimusta tutkiaksemme abduktion, deduktion ja induktion käyttöä teknologisessa ongelmanratkaisuprosessissa. Tutkimuksen tarkoituksena oli tarkastella tarkasti valittujen koehenkilöiden abduktiivisen ajattelun käyttämistä, eikä yleisesti luokanopettajaopiskelijoiden ongelmanratkaisutaitoja, koska tutkimuksen tuloksia ei voida yleistää.

Kasvatustieteen tutkijat kokoavat usein tutkimuksiinsa laadullista tutkimusaineistoa. Tutkimusaineistot ovatkin yleensä yksittäisiä tapauksia tai ryhmän kuvauksia ja niiden ymmärtämistä, eli tapaustutkimusta. Tapaustutkimuksella on olemassa monia suuntauksia ja käytänteitä. Kaikissa tapaustutkimuksen suuntauksissa ja tyypeissä suoritetaan tapausanalyysi. Tapausanalyysi on tutkimuksessa tutkittavan tapauksen ongelmanratkaisua. Tämä ongelmanratkaisu etenee samalla tavalla kuin tieteellisen tutkimuksen ongelmanratkaisuprosessi. Keskeistä tapaustutkimuksessa on tutkittavan ilmiön kokonaisvaltainen ymmärtäminen ja tulkinta. (Syrjälä & Numminen, 1988, s. 1-13.)

Tapaustutkimus ei ole varsinainen menetelmä, vaan enemmänkin se on lähestymistapa, tai näkökulma tutkimukseen (Eskola & Saarela-Kinnunen, 2001, s. 162). Keskeistä tapaustutkimuksen onnistumisen ja laadun kannalta ovat alkuperäinen idea, tutkimuskohteen valinta, perusteellinen asiayhteyksien huomioiminen, sopivat menetelmät aineiston analyysiin sekä johtopäätökset ja niiden huolelliset perustelut. Tapaustutkimus myös antaa tutkijalle mahdollisuuden perehtyä tutkittavaan ilmiöön syvemmin ja useista näkökulmista. (Thomas, 2011, s. 66–67.) Tapaustutkimuksessa tutkija syventyy yhteen tai moneen tapaukseen huolellisesti. Tapaus voi olla esimerkiksi tietty ohjelma, tapahtuma, aktiviteetti, koetilanne tai yksilö. (Creswell, 1998, s. 61–65.) Tässä tutkimuksessa tutkittava tapaus oli koetilanne, jota tutkijat observeivat osallistumatta toimintaan tallentaen aineiston videolle.

Tapauksen eli tutkimuskohteen valinta perustuu teoreettiseen tai käytännölliseen intressiin, ja olennainen osa tutkimusprosessia on kohteen synnyn selvittäminen. Tapaustutkimuksessa on myös tärkeää tehdä koko tutkimusprosessi näkyväksi. (Eskola & Saarela-Kinnunen, 2001, 162–163.) Tässä tutkimuksessa aihe valikoitui halusta tutkia teknologiapainotteisen luokanopettajakoulutuksen opiskelijoiden ongelmanratkaisutaitoja ja erityisesti abduktiivisen ajattelun käyttöä. Lisäksi tutkimukseen vaikutti tutkijoiden oma halu saada lisää tietoa hyödynnettäväksi tulevaisuudessa työhön luokanopettajina ja teknologiakasvattajina.

Tässä tutkimuksessa keskityttiin yhteen koetilanteeseen, jonka suoritti kolme kahden hengen ryhmää erillisillä kerroilla. Koetilanne järjestettiin kaikille ryhmille

samalla tavalla, jotta saatiin mahdollisimman tarkka otanta yhteensä kuuden opiskelijan ongelmanratkaisuprosesseista. Havaintoja ja videomateriaalia hyödyntäen pyrittiin tutkimuksen johtopäätöksenä muodostamaan mahdollisimman tarkka kuvaus teknologiapainotteisen luokanopettajakoulutuksen opiskelijoiden abduktiivisen ajattelun käytöstä ongelmanratkaisuprosessissa. Tämä tutkimus suoritettiin laadullisena tapaustutkimuksena, koska tapaustutkimus sopi metodiikaltaan tutkimuksemme suorittamiseen tässä kontekstissa, jossa aineiston tuottajana oli ainutlaatuinen joukko opiskelijoita koulutuksesta, joka on ainoa laatuaan Suomessa. Tapaustutkimus metodina antoi tutkijoille mahdollisuuden ymmärtää ja tulkita tutkittavaa ilmiötä kokonaisvaltaisesti.

5.2 Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimusongelmat

Abduktiivinen päättely oli tässä tutkimuksessa tutkimuskohteena, koska abduktiivinen päättely on osa ongelmanratkaisua. Abduktiivinen päättely on myös jäänyt yleisessä tutkimuksessa deduktiivisen ja induktiivisen päättelyn taakse. Tutkimalla, käyttävätkö koehenkilöt abduktiivista päättelyä hyväkseen ratkaistessaan annettua ongelmaa, tutkijat pystyivät analysoimaan, miten koehenkilöt ratkaisivat ongelmaa. Tutkimalla sitä, miten koehenkilöt käyttivät abduktiivista päättelyä, voitiin analysoida, miten koehenkilöt hyödynsivät kokeessa olleita ongelmanratkaisutilanteita ongelmanratkaisuprosessissaan, koska abduktiivisessa päättelyssä selityksiä haetaan itse ilmiöstä tai huomataan niitä ilmiötä tarkastellessa, tiedossa olevasta teoriasta selitysten johtamisen sijaan (Paavola, 2004, s. 268.)

Päätutkimusongelmana tutkimuksessa oli, miten ja millaisissa tilanteissa luokanopettajaopiskelijat käyttivät abduktiivista päättelyä, kun he ratkaisivat heille annettua teknologista ongelmaa. Toisena tutkimusongelmana tutkimuksessa oli, miten luokanopettajaopiskelijat käyttivät abduktiivista ajattelua apukysymysten ja apuongelmien muodostamisessa ratkaistessaan teknologisia ongelmia.

5.3 Kohderyhmä

Tutkimuksen kohderyhmänä toimivat Oulun yliopiston teknologiapainotteisen luokanopettajakoulutuksen opiskelijat. Tutkimus suoritettiin teknologiapainotteisen linjan luokanopettajaopiskelijoilla, koska heillä oli pohjatietoa mekatroniikasta, mekaniikasta ja elektroniikasta. Tämän pohjatiedon ansiosta tutkimuksessa voitiin selkeämmin erottaa abduktiivinen päättely deduktiivisesta ja induktiivisesta päättelystä. Koehenkilöiden omaama pohjatieto antoi heille mahdollisuuden johtaa päätelmiä heidän tietämistään yleisistä lainalaisuuksista tai yksittäisistä tapauksista. Kokeeseen osallistuvilta opiskelijoilta kysyttiin halukkuutta tutkimukseen osallistumiseen ja kerrottiin tutkimusmateriaalin käytöstä. Tutkimuksessa ei mainita opiskelijoita oikeilla nimillä ja vain tutkijat saivat tarkastella koetilanteissa tallennettua videoaineistoa.

Tutkimuksen luotettavuuden kannalta tutkimukseen valittiin Oulun yliopiston luokanopettajaopiskelijoita, joilla on teknologinen painotus opinnoissaan. Valitsemalla luokanopettajaopiskelijoita, jotka suorittivat teknisen työn sivuaineopintoja, tiedettiin mitä yhteisiä kursseja he olivat käyneet, sekä mitä näillä kursseilla oli käsitelty. Koeympäristö oli koehenkilöille entuudestaan tuttu elektroniikan koulutöiden parista. Koehenkilöt myös tunsivat tutkimuksessa käytettävät työvälineet. Koehenkilöille tuttu koeympäristö ja tutut työvälineet paransivat tutkimuksen luotettavuutta.

Kuvaamalla koetilanteet tutkijat saivat materiaalia, joka ei muutu yhdelläkään katselukerralla. Täten tutkijat pystyivät analysoimaan videomateriaalia muuttumattomana useita kertoja. Videomateriaalia analysoidessa tutkijat saivat hyötyä siitä, että tiettyjä kohtia voitiin tarkastella uudestaan, niin monta kertaa kuin oli tarpeen. Aineiston analyysin suoritimme molempien tutkijoiden toimesta, mikä mahdollisti analysoinnin kahden tutkijan näkökulmasta samalla lisäten tutkimuksen luotettavuutta

5.4 Aineiston keruu

Tässä tutkimuksessa aineisto kerättiin videokuvaamalla ja observoimalla tutkimustilannetta. Tutkimuksessa mukana olleet ryhmät olivat muodostuneet yliopisto-opiskelun kautta. Tutkimukseen osallistuneet kahden hengen ryhmät opiskelivat Oulun yliopiston teknologiapainotteisessa luokanopettajakoulutuksessa. Opiskelijat olivat lähtökohtaisesti saaneet enemmän opetusta teknologiaan ja tekniseen työhön liittyvistä aihepiireistä, kuin muilla suuntauksilla opiskelevat luokanopettajaopiskelijat Oulun yliopistossa. Tutkimukseen osallistuneet opiskelijat suorittivat teknisen työn sivuainetta ja he olivat tottuneet tekemään elektroniikkatöitä tutkimuksen suorittamistilassa. Kaikki koehenkilöt olivat suorittaneet elektroniikan kurssin ensimmäisenä opiskeluvuotenaan. Koehenkilöt ratkaisivat pareittain heille annettua ongelmaa ennalta määrättyssä tutkimustilassa. Tutkimustilassa koehenkilöille esiteltiin ongelma, joka heidän tuli ratkaista kolmessakymmenessä minuutissa. Ongelman ratkaisemiseen koehenkilöt saivat käyttää vain heille annettuja välineitä, jotka olivat samat jokaiselle parille.

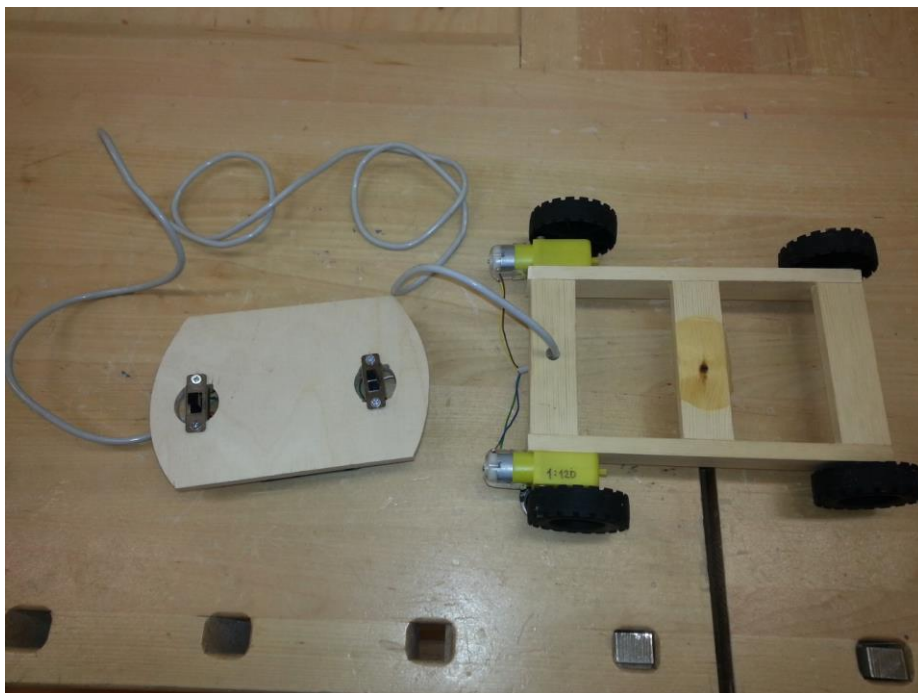
Tutkimuksessa koetilanteet tallennettiin Sony Handycam HDR-CX190 videokameralla. Toinen tutkijoista kuvasi videokameralla koehenkilöiden työskentelyä ja ongelmanratkaisua koko koetilanteen ajan. Toinen tutkijoista observoi koetilannetta sivusta sekä kirjoitti ylös muistiinpanoja koetilanteesta. Työskentelypisteellä oli koehenkilölle annetut työkalut, joita he saivat käyttää vain työskentelypisteellä. Koetilanteessa koetilassa oli työskentelypisteen lisäksi erillinen suoritus- ja testauspiste, jossa koehenkilöt saivat kokeilla tehtävän suorittamista, eli pienoissähkömoottoriautolla eteen- ja taaksepäin ajamista. Videokamera tallensi koko koesuorituksen yhtäjaksoisesti. Koetilanteiden suorittamisen jälkeen kameran tallentama videomateriaali purettiin ja litteroitiin aineiston analysointia varten.

6 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Tutkimus toteutettiin laadullisena tapaustutkimuksena, koska kyseistä tutkimusmetodia käyttäen tutkijat pystyivät keskittymään koetilanteissa tärkeään observointiin aineiston videoinnin lisäksi. Tutkimuksen tarkoituksena oli tehdä aineistoa havainnoimalla huomioita ja johtopäätöksiä abduktiivisen ajattelun käytöstä ongelmanratkaisuprosessin aikana. Tarkoituksena oli myös testata teknologiapainotteisessa luokanopettajakoulutuksessa opiskelevien opiskelijoiden ongelmanratkaisukykyjä. Aineiston keruu suoritettiin keväällä 2015 Oulun yliopistolla kasvatustieteiden tiedekunnassa.

6.1 Tutkimusasetelma

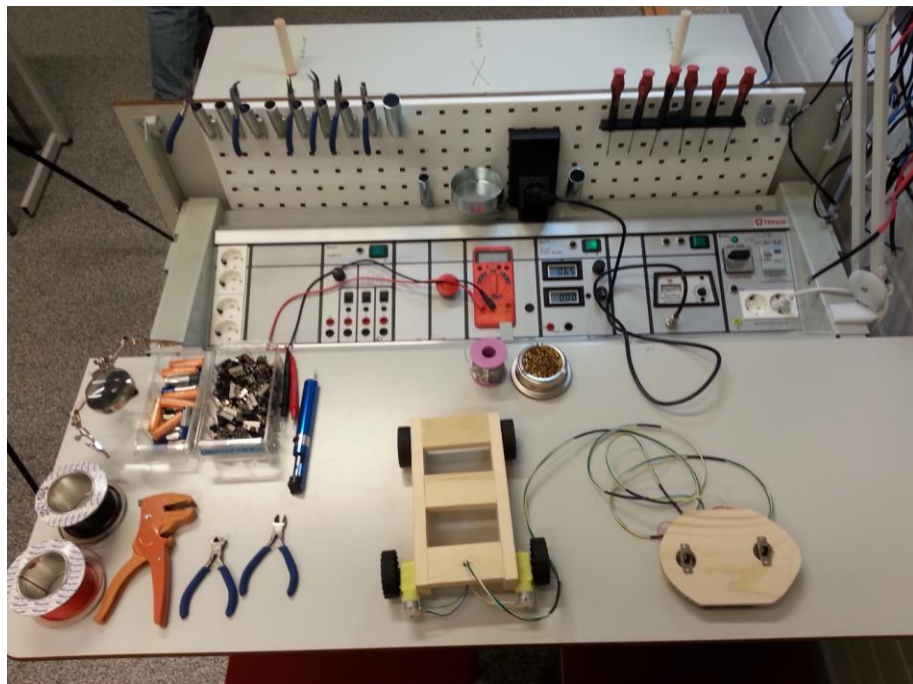
Tutkimuksessa koehenkilöiden tuli ratkaista heille annettu teknologinen ongelma, jossa heidän tehtävänään oli kaataa kauko-ohjattavalla pienoissähkömoottoriautolla kaksi keilaa. Keilat sijaitsevat kolmenkymmenen senttimetrin päässä aloituspisteestä. Yksi keila sijaitsi sähköauton etupuolella ja toinen sähköauton takapuolella. Koehenkilöille annettu sähköauto oli neljällä sähköparilla toimiva takavetoinen omavalmisteinen sähköauto (Kuva 5.).



Kuva 5. Tutkimuksessa käytetty pienoissähkömoottoriauto.

Saadakseen auton liikkumaan eteen, taakse ja pysähtymään, koehenkilöiden tuli havaita ja ratkaista kolme ongelmaa. Ensimmäinen ongelma oli, että yksi toisesta moottorista lähtevä sähköjohdin ei ollut juotettu kiinni kauko-ohjaimen liukukyttimeen. Toinen ratkaistava ongelma sähköautossa oli rikkinäinen liukukytin, joka koehenkilöiden tuli havaita ja vaihtaa toimivaan. Kolmas autossa oleva ongelma oli tyhjät sähköparit. Autossa olevien ongelmien huomaamiseen ja korjaamiseen koehenkilöt tarvitsivat sähköopin ja sähkökytkentöjen perustietämystä sekä taitoa tutkimuksessa käytettyjen sähkötyövälineiden käyttöön.

Tutkimuksessa koehenkilöillä käytössä olleet työvälineet olivat ennalta määrätty ja kaikille pareille samat (ks. kuva 6.). Koehenkilöillä oli käytettävissään seuraavat välineet; juotoskolvi, juotostinaa, sivuleikkurit, päätyleikkurit, ristipääruuvitaltta, tasapääruuvitaltta, kuorintapihdit, yleismittari, tinaimuri, neljä sähköparia sekä punaista ja mustaa 0,75 mm²:n johdinta. Ratkaistakseen ongelmat koehenkilöiden ei tarvinnut käyttää kaikkia hänelle annettuja työvälineitä. Työvälineiden määrä oli tarkoituksenmukaisesti rajattu. Rajauksen tarkoituksena oli antaa koehenkilöille ensimmäinen vihje. Tarkastelemalla työvälineitä koehenkilön olisi mahdollista päätellä, mitä vikoja tai korjauskohteita hänen tulisi sähköautosta kartoittaa.

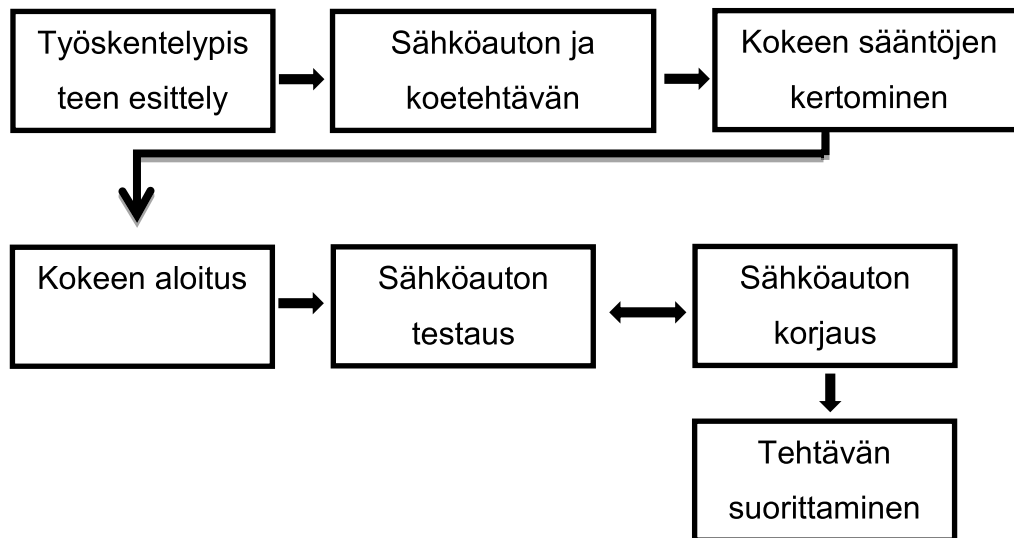


Kuva 6. Koetilanteen työskentely- ja testauspisteet.

6.2 Kokeen ohjeistus

Parit suorittivat kokeen eri aikoihin. Saapuessaan koetilanteeseen koehenkilöille esiteltiin ensimmäisenä heidän työskentelypisteensä. Koehenkilöille kerrottiin, että he saivat käyttää koetta suorittaessaan vain työskentelypisteellä olevia työvälineitä ja tarvikkeita. Työpisteen esittelyn jälkeen koehenkilöille esiteltiin kokeessa käytettävä sähköauto ja heidän tavoitteensa, joka oli kaataa kaksi keilaa käyttäen hyväkseen vain kauko-ohjattavaa pienoissähkömoottoriautoa.

Koehenkilöillä oli tasan kolmekymmentä minuuttia aikaa suorittaa heille annettu tehtävä. Kun koehenkilöt kokeilivat suorittaa tehtävää, tuli heidän asettaa sähköauto suorituspaikalla merkitylle aloituspisteelle. Kun koehenkilöt asettivat sähköauton aloituspisteelle, he eivät saaneet koskea sähköautoon suorituksen aikana. Koehenkilöt saivat kontrolloida autoa vain kauko-ohjaimen avulla. Sähköautoa he saivat korjata vain työpisteellä. Ennen kokeen aloittamista koehenkilöille painotettiin, että heidän tulee ajatella ääneen koko kokeen ajan. Koehenkilöille kerrottiin vielä, että tutkijat pysyvät taustalla passiivisina observoijina muistiinpanoja tehden, videokameralla kuvaten ja aikaa ottaen. Koetilanteet etenivät kuviossa 7 kuvatun etenemisprosessin mukaisesti.



Kuvio 7. Tutkimuksen koetilanteen etenemisprosessi

7 TUTKIMUSTULOKSET

Luvussa 7 esitämme tutkimuksen tuloksia. Tässä tutkimuksessa koetilanne osoittautui haastavaksi. Yksikään pareista ei saanut suoritettua tehtävää, joka oli pienoissähkömoottoriauton korjaaminen siten, että sillä olisi voinut ajaa eteen- ja taaksepäin. Jokainen pari sai ratkaistua kaksi kolmesta ongelmasta, joiden selvittämistä tehtävän suorittaminen vaati. Luvussa 7.1 esittelemme koehenkilöiden abduktiivisen ajattelun käyttöä eri tilanteissa ja luvussa 7.2 esitämme tulokset koehenkilöiden abduktiivisen ajattelun käytöstä apukysymysten ja –ongelmien muodostamisessa.

7.1 Missä tilanteissa ja miten koehenkilöt käyttävät abduktiivista päättelyä

Koehenkilöt käyttivät abduktiivista päättelyä apunaan ratkaistessaan ongelmia koetilanteissa. Koetilanteissa esiintyi myös induktiivista ja deduktiivista päättelyä. Tässä luvussa kuvailemme ongelmanratkaisutilanteita, joissa koehenkilöt käyttivät muun muassa abduktiivista päättelyä.

Kaikki kolme paria päättelivät abduction avulla sen, että pienoissähkömoottoriauton sähköpareissa ei ollut riittävästi virtaa auton liikuttamiseen. Jokainen pari epäili, että sähköauton toimimattomuus ei todennäköisesti johdu sähköpareista, mutta päätyi silti vaihtamaan sähköparit, mikä johtikin ensimmäisen ongelman ratkaisuun. Tilanteita kuvaa hyvin tutkimushenkilöiden 3 ja 4 (pari 2) keskustelu koetilanteessa 2, ajassa 03.05.

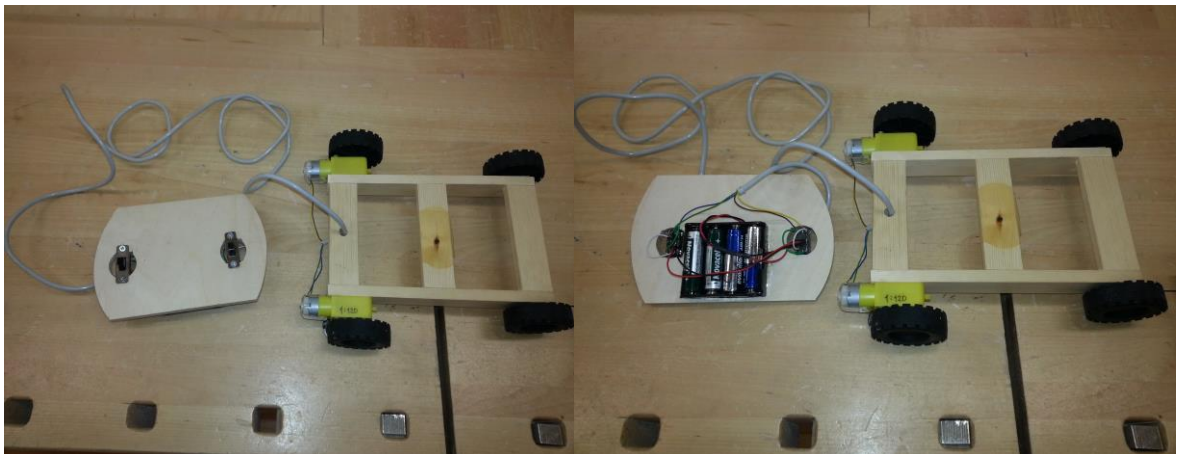
”4: Tietenkin patterit voivat olla vähissä. 4: Vaihda patterit. 3: Ei se nyt siitä voi olla kii. Kuitenkin tällöinen tieteellinen tutkimus. Ei voi olla näin helppo.”

Kaikki parit ratkaisivat koetilanteissaan tyhjästä sähköpareista johtuvan ongelman. Sähköpariongelma ratkaistiin eri aikoihin, mikä aiheutti sen, että kahta paria tämän ongelman ratkaisu ei auttanut tehtävässä, koska pienoissähkömoottoriautoon oli ehditty ennen sähköparien vaihtoa tehdä muita muutoksia, kuten sähkökytkentöjen muokkaamista.

Jokaisessa koetilanteessa lähdettiin myös ratkomaan abduktiivisen ajattelun kautta ongelmaa, jonka arveltiin johtuvan pienoissähkömoottoriauton kauko-ohjaimen kytkimien kytkennöistä. Pienoissähkömoottoriauton kytkimiä ja niiden kytkentöjä lähdettiin tarkastelemaan heti koetilanteiden alussa. Sähkökytkentöjä oli auton kauko-ohjaimessa, josta sähköjohdot menivät molemmille moottoreille. Ongelmasta johdettua abduktiivista päättelyä kuvaa seuraava keskustelu koehenkilöiden 1 ja 2 (pari 1) välillä koetilanteessa 1 ajassa 02.00.

”2: Eliikkä tämä puoli on periaatteessa (kunnossa), se pyörii toisinpäin, eliikkä periaatteessa nyt meidän ainoastaan täytyy kiinnittää huomiota tähän toiseen kytkimeen. 1: Joo.”

Tämä keskustelu käytiin koetilanteessa sen jälkeen, kun sähköparit oli vaihdettu ja toinen rengas saatu pyörimään eteen- ja taaksepäin.



Kuva 8. Pienoissähkömoottoriauton kauko-ohjain, kytkimet ja sähkökytkennät

Kaikki parit miettivät kytkentöjä ja niiden oikeellisuutta. Jokainen pari kehitti koetilanteessa itselleen kuvitellun ongelman, että kytkennöissä olisi jotain pielessä. Tosiasiassa itse kytkennöissä ei ollut mitään vikaa, vaan toinen kytkin oli rikkiäinen. Ongelma olisi ratkennut vaihtamalla rikkiäinen kytkin toimivaan kytkimeen, joita oli työpisteellä. Uuteen kytkimeen kytkennät olisi pitänyt kytkeä samalla tavalla kytkentöjä muuttamatta. Yksikään pari ei vaihtanut rikkiäistä

kytkintä ehjään, vaikka aikoi niin tehdä. Pari 1 oli lähimpänä kytkimen vaihtamista, mutta heillä loppui aika kesken.

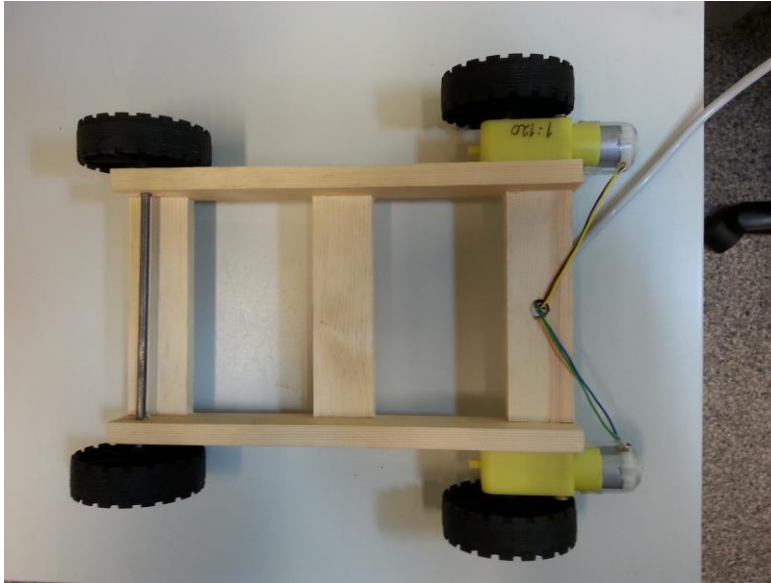
Pari kaksi käytti abduktiivista ajattelua myös kolmannen oikean ongelman ratkaisemisessa, joka oli toisesta moottorista irti oleva sähköjohdin. Sähköjohtimen kiinni juottaminen toimi ratkaisuna ongelmaan, ja se havaittiin tutkimalla sähkönjohdinten kuntoa ja kytkentöjä. Pari 2 keskusteli irrallaan olevan johtimen kiinni juottamisessa koetilanteessa 2 ajassa 00.45 tarkistaessaan kytkentöjä.

”4: Täällä on kaikki (johtimet) kiinni. Yks on irti. 3: Mikä on vihree sininen (johtimet)? Tulee sinne (moottoriin) kiinni. 4: Joo. Juotetaanks? 3: No katotaan ny ensiks.”

Myös muissa koetilanteissa irti olevan johtimen ongelma havaittiin, henkilöt 5 ja 6 (pari 3, koetilanne 3) ajassa 02.30 tutkiessaan sähköjohtimia ja kytkentöjä ja pari 1 ajassa 10.51. Kaikki parit juottivat irronneen johdon kiinni ratkaisten ongelman, mutta se ei auttanut heitä saamaan autoa toimimaan muista tehdyistä kytkentöjen muutoksista johtuen.

Kaikki parit päättelivät abduktion kautta, että yksi mahdollisista ongelmista on rikkiäinen sähkömoottori. Jokainen pari päätteli tämän työskentelypisteellä olleista ylimääräisistä sähkömoottoreista. Tätä abduktioprosessia kuvaa parhaiten parin 3 pohdinta ja päättely ajassa 06:00 työskentelypisteellä olevista moottoreista.

”6: Tiiekkö mitä minä kans mietin? 5: No? 6: Ettei tää oo kompa. Onkohan nämäki kato rikkinäisiä? 5: Sitä mää mietin kans ku tuossa on noita (uusia moottoreita).”



Kuva 9. Pienoissähköauton moottorit

Tämä päättely ei ollut pätevää tässä tutkimuksessa, koska pienoissähköautojen sähkömoottorit olivat toimivat. Vaikka jokainen pari päätteli abduktion kautta, että yksi mahdollisista ongelmista olisi moottoreissa, jokainen pari hylkäsi tämän mahdollisuuden kokeen edetessä. Pari 1 hylkäsi moottoriongelman havaittuaan moottorin vaihtamisen olevan työlästä, sekä sen, että niiden viallisuus voitiin myös testata. Pari 1 ei kokeillut moottorien toimivuutta, vaan hylkäsi tämän vaihtoehdon ajassa 14:29-15:00 keskustelun jälkeen.

"2: Koska, ei tässä (työpisteellä) oo välineitäkään ottaa näitä (moottoreita autosta) irti. Voidaanko me olettaa että se ois (kunnossa), se on kato ruuvilla kiinni. 1: Joo se on kyllä totta ettei meillä oo. 2: Mehän voidaan testata se moottori onko se sökönä. 1: Eri moottori, otetaan täältä (uusi moottori). Otetaan tuo vaan irti. Juotetaan irti. 2: Mä vähän veikkaan et se ei kyllä tässä näin oo se systeemi. 1: Eihän me voida tietää ennen kuin kokeillaan 2: Meidän täytyy sulkea kaikki mahdollisuudet pois ensin. "

Pari 3 hylkäsi myös päättelemänsä moottoriongelman lähes samaan aikaan kuin pari 1. Pari 3 poissulki päättelemänsä moottoriongelman abduktiivisen ajattelun kautta, sen jälkeen kun olivat juottaneet toisessa moottorissa irti olleen johdon paikalleen ja näin ratkaisseet ensimmäisen oikean ongelman. Parin 3 abduction

kautta moottoriongelma luopumiseen johtanut päättely alkoi yleisesti koehenkilöiden käymästä keskustelusta. Tässä keskustelussa koehenkilöt johtivat päätelmänsä kokeen luonteen ja tilanteen kautta. Pari 3 kävi tämän keskustelun ajassa 15.10.

”6: Ei mitään vaikutusta. Vaihetaanko nuo roottorit? Ku tässä on kuitenkin ruuvimeisseli ja kaikki tässä pöydällä...5: Ei se nyt vaan voi olla semmonen että ne (tutkijat) pistää rikkiäiset moottorit tähän ja se on siinä. 6: Ei kyllä siinä on jotaki muutaki.”

Pari 2 hylkäsi päätelmänsä moottoriongelman selkeästi kahta muuta paria myöhemmin. Pari 2 hylkäsi päättelemänsä moottoriongelman abduction avulla. Parin 2 abduction alkoi, kun he alkoivat miettimään ja tutkimaan kaikkia työskentelypisteellä olleita välineitä ja komponentteja. Abduktiivista ajattelua he käyttivät alkaessaan päättelemään, mitä heille annettuja välineitä he tarvitsisivat ratkaistakseen ongelman ja mitä välineitä eivät. Tämän abduktiivisen päättelyn kautta he päätyivät johtopäätökseen, että moottorit olivat kunnossa, eikä heidän tarvitse vaihtaa niitä saadaksensa sähköauton toimimaan. Pari 2 kävi tämän keskustelun ajassa 25.07-25.42.

”3: Mitkä näistä (annetuista tarvikkeista) on hämäystä ja mitkä ei? 4: En mää tiedä onks ne nää moottoritkaan. 4: Niitä on noin hemmetin paljon (moottoreita). 3: Ei kait se niistä moottoreista. Kyllä ne sit pitäis toimia.”

Koehenkilö 3 loi abduction avulla ongelmalle ratkaisumallin koetilanteessa 2. Hän loi tämän ratkaisuvaihtoehdon ajassa 28.55, eli 1:05 ennen koeajan loppumista.

”3: Kyllähän me tietenkkin saahaan se.. veetään se vaan tuosta narusta läpi. 4: (nauraa). 3: Sillaihan me saahaan (keilat) kaatumaan ilman et kosketaan autoon ollenkaa.”

Koetilanteen alussa jokainen pari oli saanut ohjeistuksen, että kun he asettavat pienoissähkömoottoriauton suorituspisteelle merkattuun aloituspisteeseen, he eivät saa koskea pienoissähkömoottoriautoon muuten, kuin siirtääkseen sen

takaisin korjauspisteelle. Autoa tuli siis ohjata autoon kuuluvalla kauko-ohjaimella. Koehenkilö 3 kuitenkin pystyi abduktiivisen ajattelun kautta luomaan ratkaisumallin, jossa he eivät koske itse pienoissähkömoottoriautoon ja saavat keilat kaatumaan, vaikka auto ei toimisi. Pari 2 ei kuitenkaan toteuttaneet tätä luovaa ratkaisumallia. Pari 1 toteutti omassa koetilanteessaan abduction kautta muodostetun luovan ratkaisumallinsa tehtävän suorittamiseen ajassa 28.30, eli koetilanteen ajan käydessä vähiin. Koehenkilöt 1 ja 2 testasivat, että toinen pienoissähkömoottoriauton moottori toimii ja kokeilivat suorittaa tehtävää.

”2: Lähetääkö vaa yhdellä kokeilee? Me ei ehitä tehä tätä kuitenkaa. 1: Niin se varmaan. (siirtyvät testauspisteelle) 1: Pitää asettaa vähän kenoon, sehän tekkee sellasen puolikaaren se ajorata, pitää tavallaan nokka asettaa... 2: Ei tämä lähe.”

Kumpikaan luovan ratkaisun päättellyt pari ei saanut suoritettua tehtävää. Koetilanteessa 3 pari 3 koitti saada suoritettua tehtävää loppuun asti ilman luovien ratkaisujen käyttöä.

Kauko-ohjaimessa olleiden kytkinten sähkökytkentöjen pohtiminen muodostui jokaiselle parille tehtävän pääongelmaksi, johon käytettiin eniten aikaa koetilanteessa. Pari 1 käytti abduktiivista ajattelua apunaan tarkastellessaan kauko-ohjaimen kytkentöjä ja ratkoi ongelmaa poissulkemisen periaatteella tarkastelemalla kytkentöjen identtisyttä koetilanteessa 1 ajassa 8.13.

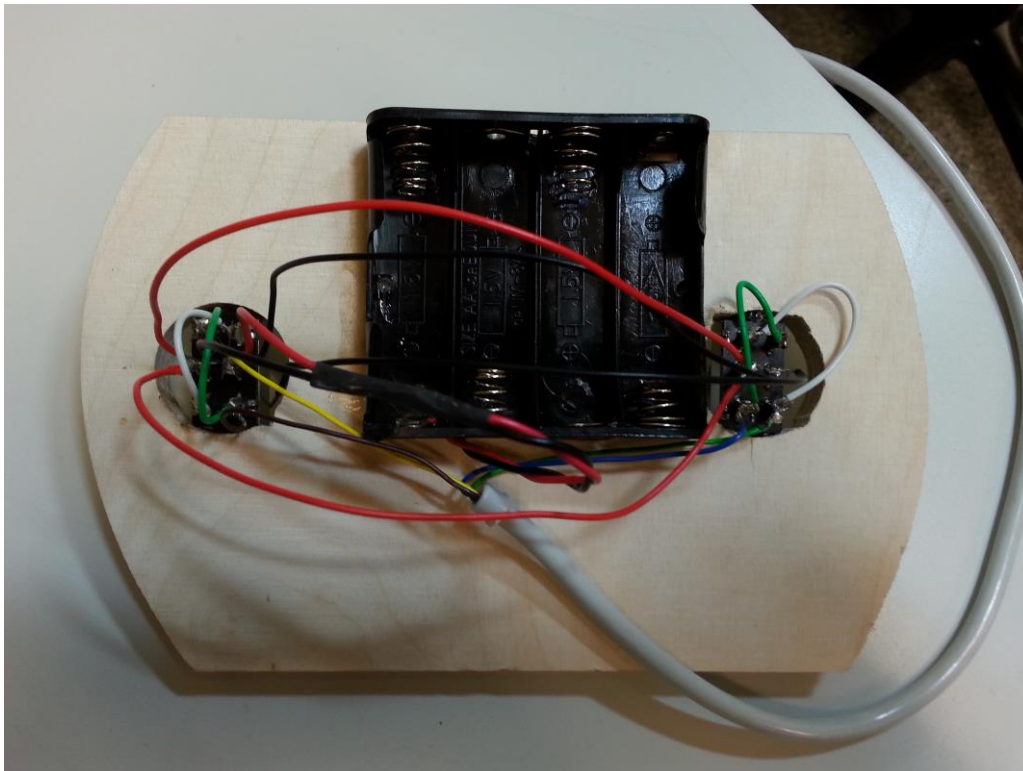
”1: Se siihen niin. 2: Nii tämä juotettas nyt tähän näin. Koska eihän tässä muuten oo mitään. 2: Sit jos tässä nää, ni mehän voidaan tavallaan tarkistaa, että onko ne identtiset ja sittenhän me voidaan kattoo et täällä (autossa) on kaikki ok. Jos ei tää toimi nyt.”

Parin 1 päätelmän mukaan toisen kytkimen kytkennät olivat oikein, kun toinen rengas pyöri ja tätä kautta he halusivat tarkistaa, että toisen kytkimen kytkennät ovat kytketty samalla tavalla. Kauko-ohjaimen kytkinten sähkökytkentöjä tarkasteltiin myös deduktiivisen päättelyn kautta, eli päätelmä eteni yleisestä päätelmästä kohti yksittäistä päätelmää. Koetilanteessa 2 koehenkilö 4 esitti päätelmänsä kytkentöjen sarjaankytkennästä ajassa 03.50.

"4: Mites noi on kii...miten se on...joo nää on näin kiinni...Mites ne (johdot)? Se on sarjassa ne on kytketty."

Päätelmä oli oikein ja se esitettiin deduktiivisesti tukeutuen aikaisemmin opittuun soveltamalla sitä tähän yksittäiseen tapaukseen. Pari 3 tukeutui myös deduktiiviseen päättelyyn tarkastellessaan kytkentöjä. Ajassa 24.40 koehenkilö 6 esitti deduktiivisen päätelmänsä virran kulusta kytkinten välillä.

"6: Yks kysymys, täällähän menee täältä virtajohdostakin nämä kaksi, nehän menee ainoastaan tänne. Mistä se nyt saa virran tänne (toiseen kytkimeen)? On meillä nyt tämä yksi punainen mikä menee sinne mutta riittääkö se tämä yksi punainen johto tänne, virtahan menee..."



Kuva 10. Kytkinten kytkennät kauko-ohjaimessa

Kaikki parit käyttivät koetilanteissa paljon aikaa kytkentöjen pohtimiseen ja muokkaamiseen, vaikka kytkennät olivat jo alusta asti täysin oikein. Jokainen pari

siis johti ongelmasta itselleen kuvitellun ongelman, jonka ratkaisemiseen kului koetilanteen kannalta paljon aikaa. Toinen aikaa vienyt keksitty ongelma oli moottoreihin liittyvä keksitty ongelma, sillä moottorit ja niiden sähkökytkennät olivat kunnossa.

Tutkijoiden esimerkkiratkaisu tehtävän suorittamiseksi:

- 1) *Juota irronnut moottorin sähköjohdin kiinni.*
- 2) *Vaihda sähköparit sen jälkeen kun yleismittarin avulla on havaittu, että sähköpareissa ei ole jännitettä – huomaat että rengas toimii toisella kytkimellä.*
- 3) *Tarkista kytkennät – huomaat että kytkennät ovat molemmissa kytkimissä samanlaiset.*
- 4) *Mittaa toimimattoman kytkimen jännite yleissähkömittarilla asettamalla mittarin anturat kytkimen molempiin päihin – huomaat että virta ei kulje kytkimen läpi, joten se on rikki. Vaihda rikkinäinen kytkin ehjään. Kytke sähköjohtimet uuteen kytkimeen samoin kuin ne olivat. Pienoissähkömoottoriautolla voi ajaa eteen- ja taaksepäin sekä pysähtyä.*

7.2 Abduktiivinen ajattelu apuongelmien/ -kysymysten muodostamisessa

Kaikki parit muodostivat apukysymyksen, kun ratkaisivat sähköpariongelmaa. Jokainen pari ratkaisi sähköpariongelman abduction kautta. Pari 3 ei aluksi uskonut, että ongelma voisi olla sähköpareissa, mutta silti päätyivät vaihtamaan sähköparit abduktiivisen ajattelun kautta saadun apukysymyksen avulla. Sähköpariongelman abduction kautta oikeaksi arvaaminen auttoi vain paria 1 heidän omassa koetilanteessaan.

Parit 2 ja 3 olivat ennen sähköparien vaihtamista tehneet pienoissähköauton kytkentöihin muutoksia, jonka johdosta sähköparien vaihtaminen ei suoranaisesti edistänyt heidän ongelmanratkaisuprosessinsa etenemistä. Lisäksi pari 2 vaihtoi toiset tyhjät sähköparit ohjaimessa olleiden tyhjien sähköparien tilalle. He huomasivat vasta useiden minuuttien jälkeen yleismittarin avulla, että heidän vaihtamansa sähköparit olivat tyhjiä. Yleismittarin käyttöön pari 2 päätyi

deduktiivisen päättelyn avulla. Toimivien sähköparien vaihtaminen ei kuitenkaan auttanut heitä, koska he olivat irroittaneet moottoreihin meneviä johtoja ennen toimivien sähköparien asentamista. Ainoastaan pari 1 pystyi etenemään omassa ongelmanratkaisuprosessissaan luomansa ja ratkaisemansa apukysymyksen avulla. Pari yksi muodosti apuongelman liittyen ohjaimen kytkimeen. Koehenkilön 1 muodostamassa apukysymyksessä hän kiinnittää huomion toisen kytkimen jäykkyyteen koetilanteessa 1, ajassa 27.38.

”1: Onko se muutenki jotenki jäykempi se kytkin?”

Tämä apukysymys olisi ollut todella hyödyllinen ja parin ongelmanratkaisuprosessia edistävä, jos pari olisi päättellyt tämän aikaisemmassa vaiheessa koetilannetta. Kun koehenkilö 1 oli muodostanut tämän apukysymyksen, oli parilla kaksi minuuttia ja kaksikymmentäkaksi sekuntia aikaa jäljellä ratkaista tehtävä. He eivät enää lähteneet tutkimaan tai kokeilemaan ratkaisun löytämistä tälle apuongelmalle. He vain tyytyivät toteamaan, että ongelma oli siinä kytkimessä. Tämä päätelmä oli täysin paikkansa pitävä. Jos pari 1 olisi onnistunut ratkaisemaan tämän ongelman, olisivat he samalla hyvin todennäköisesti ratkaisseet koko tehtävän.

Yksi koetilanteissa abduktiivisesti muodostettu apukysymys koski työpisteellä olevia tavaroita. Kaikissa koetilanteissa työpisteillä oli samat työvälineet käytössä. Jokainen pari kiinnitti huomiota pöydällä olleisiin työvälineisiin ja erilaisiin auton osiin, kuten kytkimiin ja moottoreihin. Pari 1 kiinnitti huomiota ainoastaan pöydällä olleisiin ylimääräisiin moottoreihin, mikä oli ongelman ratkaisemisen ja tehtävän suorittamisen kannalta epäolennaista, koska pienoissähkömoottoriauton moottorit olivat ehjiä. Myös parit 2 ja 3 kiinnittivät huomiota ylimääräisiin moottoreihin ja jokainen pari yritti myös vaihtaa moottoreita siinä kuitenkaan onnistumatta.

Kaikki parit myös muodostivat abductionin kautta vaihteistomoottoreihin liittyvän apuongelman. Jokainen pari päätteli abductionin kautta, että tarvitseeko pienoissähkömoottoriauton rungossa kiinni olevia moottoreita irrottaa. Parien muodostamassa apuongelmassa he miettivät, että olisiko mahdollista saada vaihdettua moottorit ilman moottoreiden kuorien irroittamista. Tämä apuongelma ei

myöskään auttanut pareja ratkaisemaan ongelmaa, taikka etenemään varsinaisen ongelmanratkaisun suhteen. Tämä abduktiivisesti muodostettu apuongelma moottoreiden kunnosta johti kaikkia pareja harhaan ongelman ratkaisussa.

Pari 1 myös hylkäsi poissulkemalla luomansa moottoriongelman abduction kautta. Koehenkilö 2 päätteli abduction kautta apukysymyksen, että onko mahdollista sulkea moottoriongelma pois, koska työskentelypisteellä ei ole ruuvinväännintä, jolla voisi irroittaa pienoissähkömoottoriauton rungossa ruuveilla kiinni olevat moottorit. Tämä apukysymys auttoi paria keskittymään oikeaan suuntaan omassa ongelmanratkaisuprosessissaan. Itse abduction väittämä ei ollut paikkaansa pitävä, koska työskentelypisteellä oli ruuviväännin, jonka avulla moottorit olisi ollut mahdollista tarvittaessa irroittaa. Koehenkilö 2 ei vain huomannut ruuviväännintä itse koetilanteessa.

Moottoreiden lisäksi työpisteellä oli muita elektroniikassa käytettäviä työkaluja. Parit 2 ja 3 kiinnittivät näihin enemmän huomiota kuin pari 1. Parit 2 ja 3 tarkastelivat työvälineitä ja miettivät, oliko niitä tarkoitus käyttää tehtävän suorittamisessa. Poissulkemisen periaatteella parit päättelivät koetilanteessa tarvittavat työvälineet. Yleissähkömittarin käyttöä harkittiin koetilanteessa 3 ja toteutettiin koetilanteessa 2. Pari 2 päätteli abduktiivisesti, hetken mietinnän jälkeen, että yleissähkömittarilla pystyy mittaamaan sähköparien virtaa ja testaamaan pienoissähkömoottoriauton osien kunnon. Jos joku osa (esimerkiksi moottori) olisi ollut viallinen, olisi tämä abduktiivinen päätelmä auttanut ongelman ratkaisussa. Koetilanteessa 3 koehenkilöt 5 ja 6 hylkäsivät ajatuksen yleissähkömittarin käytöstä, koska eivät muistaneet, miten sitä käytetään.

8 POHDINTA

Tässä kappaleessa esittelemme tutkimuksen tuloksista tekemiämme johtopäätöksiä ja pohdimme tutkimuksen luotettavuutta. Lisäksi pohdimme erityisesti abduktiivisen ajattelun ja muiden erilaisten loogisten päättelyn metodien hallitsemista opettajan työn kannalta ja yksittäisen teknologisen ongelman ratkaisussa. Lisäksi pohdimme edellä mainituista asioista kumpuavia kysymyksiä ja esittelemme näkemyksemme mahdollisista jatkotutkimusaiheista.

8.1 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimuksen luotettavuutta arvioitaessa merkittävää on sen sisäinen johdonmukaisuus. Tutkimusraportista tulee ilmetä tutkimuksen kohde ja tarkoitus, omat sitoumukset tutkijana, aineistonkeruu, tutkimuksen tiedonantajat, tutkijatiedonantaja-suhde, tutkimuksen kesto, aineiston analyysi, tutkimuksen luotettavuus ja tutkimuksen raportointi. Näiden tulisi olla johdonmukaisessa suhteessa toisiinsa sekä riittävän tarkasti kuvailtuna. (Tuomi & Sarajärvi, 2002, 135–138.)

Tämän tutkimuksen luotettavuuden perustana oli erittäin huolellisesti valittu tutkimuksen kohderyhmä ja tarkasti rajatut tutkimuskysymykset. Kohderyhmän valinnalla osoitettiin, että tutkimuksen alussa tiedettiin tutkittavien henkilöiden lähtötaso teknologiapainotteisessa ongelmanratkaisussa ja suoritettut opinnot teknologiapainotteisessa luokanopettajakoulutuksessa. Tutkimusympäristö ja annetut työskentelyvälineet olivat koehenkilöille entuudestaan tuttuja. Koehenkilöt eivät siis olleet ensimmäistä kertaa tilassa, missä tutkimus toteutettiin, vaan jokainen koehenkilö oli aikaisemmin opintojensa aikana työskennellyt kyseisessä tilassa. Koehenkilöt olivat myös työskennelleet pareina opintojensa aikana. Näin ollen parityöskentely oman parinsa kanssa oli luontaista koehenkilöille. Tämä mahdollisti koehenkilöiltä luonnollisempaa työskentelyä heidän ratkaistessaan heille annettua teknologista ongelmaa.

Tutkijat ovat tässä tutkimuksessa ilmoittaneet tutkimuksen kohteen ja tarkoituksen (ks. luku 6). Luvussa 6 kerrotaan myös aineistonkeruun metodista ja tutkimusaineiston käytöstä tutkimuksen raportoinnissa. Olemme myös ilmoittaneet tutkimuksen kohteen olevan meille läheinen, koska tutkimme omaa koulutustamme. Objektivisen näkökulman pitäminen tutkimuksen tekemisessä osoittautui hyväksi tavaksi tarkastella tutkimusta, sen tuloksia sekä oman koulutusyksikkömme oppimista ja opetusta.

Tutkimus on rakennettu johdonmukaisesti käyttäen pohjana teoriaa, jonka pohjalta tutkijat suunnittelivat koetilanteen. Koetilanteessa tallennettu videomateriaali toimi aineistona, jota analysoitiin tutkimuksen teoriaa pohjana käyttäen. Tutkimuskysymysten huolellinen valinta rajasi tutkimuksen juuri siihen kontekstiin, jota tutkimuksessa haluttiin tutkia.

8.2 Loogisen päättelyn metodien hallitseminen opettajan työssä

Teknologiapainotteisen luokanopettajakoulutuksen opiskelijoiden käsitykset omista ongelmanratkaisutaidoistaan olivat tässä tutkimuksessa lähtökohtaisesti liian korkeat. Kaksi kolmesta parista tuli koetilanteeseen sillä ennakko-oletuksella, että he tulevat ratkaisemaan tehtävän helposti ja nopeasti. Tämän kaltainen ennakkoasenne oli kahdella parilla jo, ennen kuin he edes tiesivät, mikä heidän tehtävänsä tulee olemaan. Ongelmanratkaisutaitoja on kursseilla harjoiteltu ensimmäisenä ja toisena opiskeluvuotena. Seuraavan kerran ongelmanratkaisutaitoja harjoitellaan painotetusti vasta sivuaineopinnoissa, esimerkiksi teknisen työn sivuaineessa.

Yksikään pari ei saanut ratkaistua koetilanteen kaikkia kolmea ongelmaa, joten tehtävä jäi kaikilta suorittamatta. Tästä johtopäätöksenä voitaneen sanoa, että teknologiapainotteisen luokanopettajakoulutuksen on syytä tarkastella ongelmaratkaisutaitojen oppimista ja opettamista. Tutkimustulokset olisivat voineet olla toisenlaiset, jos sama tutkimus olisi tehty samoille koehenkilöille heidän toisen lukuvuotensa loppupuolella. Tämä oletamus pohjautuu täysin tutkijoiden omaan kokemukseen siitä, että kun on harjoitellut ongelmanratkaisutaitoja, on ongelmien

ratkaiseminen ja tilanteeseen orientoituminen huomattavasti helpompaa. Ongelmanratkaisu on taito, jota tulisi harjoitella sen ylläpitämiseksi.

Tutkijat arvelevat, että tässä tutkimuksessa tehtävää ei saatu yhdessäkään koetilanteessa kokonaan suoritettua siksi, että ongelmanratkaisutaitoja ei ole harjoiteltu pitkään aikaan ja että loogisen päättelyn menetelmät ovat päässeet unohtumaan. Voi myös olla, että tehtävän suorittamiseen vaikuttivat tutkittavien ennakkokäsitykset omista taidoistaan, koetilanteessa ollut aikaraja ja tutkimustilanteessa käynnissä ollut videokamera.

Tutkimuksessa kävi ilmi, että monet elektroniikan perustaidot ja joidenkin työvälineiden, kuten yleissähkömittarin käyttö osoittautuivat hankaliksi hallita. Myös työturvallisuus osoittautui tutkimuksessa hetkittäin unohtuneen kahdella parilla. Tästä johtuen teknologista ongelmanratkaisua ja elektroniikan parissa työskentelyä tulisi harjoitella joka vuosi, jotta koulutuksen alkuvuosina opitut taidot eivät kerkeä unohtua ennen työelämään siirtymistä.

Opettajan täytyy työssään osata tukea ja ohjata oppilaitaan ongelmanratkaisuprosessissa. Jos opettaja ei itse hallitse ongelmanratkaisutaitoja, on vaikeaa saada opetettua alakoululaisia ratkaisemaan teknologisia ongelmia. Teknologiakasvatuksen näkökulmasta koulussa tulisi oppia hallitsemaan arkipäiväisiä teknologisia asioita ja ratkomaan yksinkertaisia teknologisia ongelmia (ks. luku 1). Näiden tietojen ja taitojen opettaminen alakoululaisille vaatii opettajalta, että hänellä on hallussa niin teknologista substanssia kuin ongelmanratkaisutaitoja. Osataksaan ohjata, tukea ja auttaa oppilaita ongelmanratkaisuprosessin aikana, olisi opettajalla hyvä olla kokonaiskuva kyseisestä ongelmasta hyvin hallussa. Tällöin opettaja pystyy sopeutumaan mahdollisiin yllättäviin tilanteisiin. Esimerkiksi ratkaistaessa mekatroniikan ongelmia, voi mahdollinen ongelma olla itse aiheutettu, tai komponenteissa oleva valmistusvirhe. Rikkinäisen komponentin tunnistaminen ja sen korjaaminen oli tutkimuksemme ainoa ongelma, jota yksikään pari ei saanut ratkaistua. Ainoastaan yksi pari tunnisti ongelman. Pari 1, joka tämän ongelman tunnisti, ei kuitenkaan konkreettisesti toiminut tämän havaitsemansa teorian kokeilemiseksi taikka ratkaisemiseksi.

Opettajan tulee alakoulussa harjoitella oppilaiden kanssa yksinkertaisten teknologisten ongelmien ratkaisemista. Yksinkertaisista ongelmista siirrytään lasten tason mukaan kohti haastavampia ongelmia. Jos opettaja ei osaa ohjata lasten ongelmanratkaisuprosessia oikeaan suuntaan, eli käyttämään loogisen päättelyn metodeja (abduktio, deduktio ja induktio), voi lasten ongelmanratkaisuprosessin kehittyminen jäädä alkeelliselle tasolle (ks. luku 2, lähde Haapasalo, 2006, s. 224). Lapsille ei tarvitse alussa kertoa termejä, mutta heitä on hyvä ohjata systemaattiseen ongelmanratkaisuun. Yksi tutkimuksemme pareista olisi päässyt hyvin lähelle ongelman ratkaisua, jos he olisivat olleet systemaattisempia ja tarkempia ratkaistessaan omaa ongelmaansa. He lähtivät systemaattisesti ratkaisemaan ongelmaa käyttäen apunaan yleismittaria. Heillä oli siis tarvittavat taidot käyttää heille annettuja välineitä, mutta he eivät edenneet järjestelmällisesti yhdestä ongelmasta toiseen ongelmaan. Sen sijaan pari pyrki ratkaisemaan useampaa ongelmaa kerralla heille annetusta pienoissähkömoottoriautosta. Käytännössä tämä tarkoitti, että he olivat irroittaneet johtoja niin moottorista kuin kauko-ohjaimesta samaan aikaan. Tämän takia he eivät havainneet, että toinen kytkin toimii, kun taas toinen kytkin ei toimi. Tämän havainnon pohjalta he olisivat voineet suunnata ongelman ratkaisun yhteen toimivaan kytkimeen, poissulkien muut vaihtoehdot. He siis hallitsivat teknologisten ongelmien ratkaisun ja työkalujen käytön, mutta looginen eteneminen ongelmaratkaisuprosessissa ei onnistunut tarpeeksi hyvin tehtävän suorittamiseksi.

Abduktion käyttö ongelmanratkaisutilanteessa voi aikaansaada luovia ratkaisuja ja sen kautta voidaan jopa tehdä uusia innovaatioita, mutta sillä voi mielestämme olla myös toisenlaisia vaikutuksia ongelmanratkaisuun. Abduktiivisen ajattelun käyttö saattaa johtaa ihmisen ajattelemaan liian monimutkaisesti. Tällöin voidaan ongelmanratkaisussa tehdä harhaanjohtavia olettamuksia ja esimerkiksi muodostaa epäolennaisia apukysymyksiä, kuten tutkimuksen koetilanteissa tapahtui.

Abduktiota käytettäessä olisikin tärkeää, että ratkaisija käyttää omaa loogista ajatteluaan ja lähestymistapaansa ongelman ratkaisuun. Puhdas abduktion varaan

nojaava ongelmanratkaisu etenee huomioiden ja arvailujen perusteella. Tämä saattaa johtaa ratkaisuun tai uusiin ja haastavampiin ongelmiin. Hallitsemalla niin deduktiivisen, induktiivisen kuin abduktiivisen päättelyn taidon, on erityyppisten ongelmien ratkaiseminen johdonmukaisempaa. Jos hallitsee kaikki kolme loogisen ajattelun metodia, pystyy lähestymään sekä ongelmia, joista ratkaisijalla on tietämystä että ongelmia, joista ei ole aikaisempaa tietoa. Eli ratkaisija kykenee johtamaan päätelmiä ja mahdollisia ratkaisuja yleisestä tiedosta, jota hänellä on (deduktio), johtamaan yksittäisestä tapauksesta yleistyksiä (induktio), taikka luomaan tai arvaamaan jonkin aivan uuden ratkaisumallin käyttämällä hyväksi itse ongelmaa tai sen pientä yksityiskohtaa (abduktio).

8.3 Näkökulmia jatkotutkimukseen

Tutkimustamme olisi mielenkiintoista laajentaa muihinkin luokanopettajakoulutuksiin. Olisi mielenkiintoista tutkia ja vertailla, että miten laaja-alaisen sekä taito- ja taideainepainotteisen luokanopettajakoulutuksen opiskelijat käyttäisivät samassa tutkimuksessa abduktiivista ajattelua hyväkseen. Olisi myös mielenkiintoista tutkia, miten eri koulutuslinjojen opiskelijat ratkaisevat teknologisia ongelmia. Olisiko siten mahdollista löytää tai havaita selkeästi poikkeavia toimintamalleja tai käytänteitä ongelmanratkaisuun? Jatkotutkimuksena voisi myös tutkia, millaisia valmiuksia muiden luokanopettajakoulutusten opiskelijoilla olisi ratkaista teknologisia ongelmia, verrattuna teknologiapainotteisen luokanopettajakoulutuksen opiskelijoihin.

Jatkotutkimuksen kannalta olisi myös mielenkiintoista suorittaa sama tutkimus toisen vuosikurssin loppupuolen opiskelijoilla. Tällöin olisi mahdollista tutkia, että minkälaisia valmiuksia perusopinnot käyneet luokanopettajaopiskelijat omaavat. Tähän tutkimukseen tutkimusjoukoksi olisi mielenkiintoista saada opiskelijoita kaikista luokanopettajakoulutuksen opiskelulinjoista. Tällöin pystyttäisiin mahdollisesti luomaan kokonaisvaltaisempi kuva luokanopettajaksi opiskelevien opiskelijoiden loogisen ajattelun taidoista. Mietinnän arvoista olisi myös, että tulisiko tutkimus suorittaa myös puhtaasti mekaniikkaan liittyvillä ongelmilla.

Tutkimusten tuloksia tarkastellessa huomattiin aiheita jatkotutkimukseen. Teknologisia ongelmanratkaisutaitoja voitaisiin testata vuosittain, jotta tärkeät perustaidot eivät unohdu ennen työelämään siirtymistä. Lisäksi teknologiapainotteisen luokanopettajakoulutuksen alkaessa voitaisiin testata opiskelijoiden lähtötaso, jotta voitaisiin kehittää teknologiapainotteista opettajankoulutusta ja opettajankoulutusta yleensä. Lähtötasomittauksen avulla voitaisiin mahdollisesti räätälöidä ja muokata kurssien sisältöjä vastaamaan kyseisen vuosikurssin opiskelijoiden tarpeita ja tasoa.

LÄHTEET

- Aliseda, A. (2000). Abduction as Epistemic Change: A Peircean Model in Artificial Intelligence. *Abduction and Induction: Essays on their Relation and Integration*, 45-58.
- Bayazit, I. (2013, Heinäkuu 1). An Investigation of Problem Solving Approaches, Strategies, and Models Used by the 7th and 8th Grade's when Solving Real-World Problems. (13, osa 3). Istanbul, Turkki: Educational Sciences: Theory & Practice.
- Bigge, M.L. & Shermis, M. (1992). Learning theories for teachers. New York: HarperCollins Publishers Inc.
- Black, P. & Harrison, G. (1994). Technological capability. *Teaching Technology*, 13.
- Cifareli, V. (1999). Abductive Inference: Connections between Problem Posing and Solving. *Proceedings of the Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (23rd, Haifa, Israel, July 25-30, 1999). Volumes 1-4.* (pp. 646-653). International Group for the Psychology of Mathematics Education.
- Creswell, J. (1998) Qualitative inquiry and research design: Choosing among five traditions. Nebraska: SAGE Publications.
- Creswell, J. (2007). *Qualitative inquiry & research design. Choosing among five approaches*. Nebraska: SAGE Publications.
- Dakers, J. (2007). Analyzing best practices in Technology education (Vol. 10. Incorporation technological literac into classroom practice). (R. C. Marc de Vries, Ed.) Rotterdam, Netherland: International technology education series.
- Davis, A. G. (1966). Current status of research and theory in human problem solving. *Psychological Bulletin Vol. 66*. USA.
- D'Zurilla, T., Nezu, A. & Nezu, C. (2010). *Problem-Solving Therapy - A Treatment Manual*. (K. S. Dobson, Ed.) New York: Springer Publishing Company LLC.
- Eskola, J. & Saarela-Kinnunen, M. 2001. Tapaus ja tutkimus=tapaustutkimus.
- Flowers, J. (2010). *The problem in tecchnology education (a definite article)* (Vols. 21, Number 2). (C. Merill, Ed.) Journal of Technology Education.

- Frank, M. (2005). *A system approach for developing technology literacy* (Vols. 17, numero 1). (C. Merrill, Ed.) Virginia, USA: Journal of technology education.
- Haapasalo, L. (2006). *Oppiminen, tieto & ongelmanratkaisu*. Joensuu: MEDUSA-Software.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 1997. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Kirjayhtymä OY
- Håvard, Å. (2013). Abduction, deduction and induction: can these concepts be used for an understanding of methodological processes in interpretative case studies? *International Journal of Qualitative Studies in Education*, 1-21.
- Inhelder, B., & Piaget, J. (1958). *The growth of logical thinking: From childhood to adolescence*. Basic Books Inc.
- Järvinen, E.-M. (1998). *The Lego/Logo Learning Environment in Technology Education: An Experiment in a Finnish Context* (Vols. 9, Number 2). (M. Sanders, Ed.) Virginia, U.S.A: Jurnal of technology education.
- Järvinen, E.-M. (2001). *Education about and through technology, In search of more appropriate pedagogical approaches to technology education*. Oulu: Oulun university press.
- Kahney, H. (1986). *Problem solving: a cognitive approach*. Milton Keynes: The Open University.
- Kent, B. (1987). *CHARLES S. PEIRCE Logic and the Classification of the Sciences*. Kingston and Montreal: McGill-Queen's University Press.
- Kimbell, R. (1994). *Progression in learning and the assessment of children's attainments* (Vol. V Innovations in science and technology education). Vendôme: Presses Universitaires de France.
- Klausmeier, H. J. (1980). *Learning and teaching concepts: a strategy for testing applications of theory*. Wisconsin: Academic press.
- Koch M. & Sanders, D. (2011). *The effects of solid modeling and visualization on technical problem solving* (Vol. 22, No.2). (C. Merrill, Ed.) Virginia, USA: Journal of Technology education.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.

- Lee, K. (2011). *Looking back, to look forwardd: Using traditional cultural exampels to explain Contemporary ideas in technology education* (Vols. Volume 22, Number 2). (C. MErill, Ed.) Journal of Technology Education.
- Lindh, M. (2006). *Teknologiseen yleissivistävyyteen kasvattamisesta - Teknologian oppimisen struktuuri ja sen soveltaminen*. Oulu: Kasvatustieteiden tiedekunta, Oulun Yliopisto.
- Lindh, M. (2011). Luento: Perehdytys teknologiakasvatukseen. 20.09.2011. Oulun yliopisto.
- Linnilä, M.-L. (2006). *Kouluvalmiudesta koulun valmiutaan: poikkeuksellinen koulunaloitus koulumenestyksen, viranomaislausuntojen ja perheiden kokemusten valossa*. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto.
- Loo, R. (2004). Kolb's learning styles and learning preferences: is there a linkage? *Educational Psychology: An International Journal of Experimental Educational Psychology*, 99-108.
- Lovell, K., Mitchell, B., & Everett, I. R. (1968). An experimental study of the growth of some logical structures. In I. E. Sigel, & F. H. Hooper, *Logical thinking in children: Reserch based on Piaget's theory* (pp. 224-239). Holt,Rinehart and Winston Inc.
- Malinen, P. (1992). *Looginen ajattelu matematiikan opetuksessa*. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, opettajankoulutuslaitos.
- Metsämuuronen, J. (2003). Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä, Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino OY.
- Moreland, J., & Cowie, B. (2007). Teaching approaches. Analyzing best practices in technology education. Rotterdam: Sense Publishers.
- Mäkinen, O. (2006). Tutkimusetiikan ABC. Helsinki:Tammi.
- Niiniluoto, I. (1999). Defending abduction. *Philosophy of Science*, 436-452.
- Paavola, S. (2003). sävyt ja yksityiskohdat abduktiivisen salapoliisipäättelyn perustana. Helsinki, Suomi.
- Paavola, S. (2004). ABDUCTION AS A LOGIC AND METHODOLOGY OF DISCOVERY: THE IMPORTANCE OF STRATEGIES. *Foundation of Science Volume 9.*, 267-283.
- Paavola, S. (2006). *On the origin of ideas: An abductivist approach to discovery*. Vantaa: Dark OY.

- Parikka, M. & Rasinen, A. (1994). *Teknologiakasvatuskokeilu, kokeilun tavoitteet ja opetussuunnitelman lähtökohdat*. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino.
- Parikka, M., Rasinen A. & Kantola, J. (2000). *Kohti teknologiakasvatuksen teoriaa, Teknologiakasvatuskokeilu 1992-2000: Raportti 3*. Jyväskylä: Jyväskylän yliopiston opettajankoulutuslaitoksen julkaisutoimikunta.
- Peirce, C. S. (1998). *The essential Peirce: Selected philosophical writings./ [Charles S. Peirce] ; edited by the Peirce Edition Project: Nathan Houser ... [et al.] : Vol. 2 : (1893-1913)*. Indiana: Indiana University Press.
- Polya, G. (1988). *How to solve it: a new aspect of mathematical method*. Princeton: Princeton University press.
- Rasinen, A. (2000). *Developing Technology Education, In Search of Curriculum Elements for Finnish General Education Schools*. Jyväskylä: Jyväskylän university printing house.
- Ritz, J. M. (2009). *A new generation of goals for technology education* (Vol. 20, No.2). (C. Merrill, Ed.) Virginia, USA: Journal Of Technology Education.
- Sherman, T., Sanders, M., Kwon, H. & Pempridge, J. (2009). *Middle school children`s thinking in technology education: A review of literature* (Vol. 21, No.1). (C. Merrill, Ed.) Virginia, USA: Journal of Technology Education.
- Sige, I. E., & Hooper, F. H. (1968). *Logical thinking in children: research based on Piaget`s theory*. Holt, Rinehart and Winston Inc.
- Sintonen, M. (2004, Syyskuu 1). REASONING TO HYPOTHESES:. *Foundations of Science*, 249–266.
- Syrjälä, L., & Numminen, M. (1988). *Tapaustutkimus kasvatustieteessä*. Oulu: Oulun yliopisto kasvatustieteiden tiedekunta.
- Thomas, G. (2011). *How to do Your Case Study: A Guide for Students and Researchers*. Thousand Oaks, CA: Sage
- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. (2002): *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Jyväskylä: Tammi.
- Tynjälä, P. (1999). *Oppiminen tiedon rakentamisena. Konstruktivistisen oppimiskäsityksen perusteita*. Helsinki: Tammi.
- Volk, K. & Dugger, W. (2005). East meets West: What Americans and Hong Kong people think about technology. *Journal of Technology Education*, 17(1).
- Zhang, L.-F. (2002, Kesäkuu 1). Thinking Styles and Cognitive Development. *Journal of Genetic Psychology*, 179-195.